



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**“MONITOREO DE PUMAS (*Puma concolor*) Y
ABUNDANCIA RELATIVA DE SUS PRESAS EN LA
RESERVA DE LA BIÓSFERA TEHUACÁN-
CUICATLÁN”**

T E S I S

Que para obtener el título de:

B I Ó L O G A

PRESENTA:

Abril Alejandra Vázquez Cadena

Directora de tesis:

Dra. Verónica Farías González



Los Reyes Iztacala, Estado de México, 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Hoja de datos

i. Alumna

Abril Alejandra Vázquez Cadena

Carrera de Biología

Laboratorio de Recursos Naturales, UBIPRO. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios N° 1, Colonia Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, C.P. 54090

abrilvazquezcadena@gmail.com

ii. Tutora

Dra. Verónica Farías González

Laboratorio de Recursos Naturales, UBIPRO. Facultad de Estudios Superiores Iztacala. Universidad Nacional Autónoma de México. Av. De los Barrios N° 1, Colonia Los Reyes Iztacala, Tlalnepantla de Baz, Estado de México, C.P. 54090

v.farias@unam.mx

iii. Sinodal. Presidente

Dr. Sergio Cházaro Olvera

iv. Sinodal. Vocal

Dr. Luis Fernando del Moral Flores

v. Sinodal. Suplente

Mtro. Tizoc Altamirano Álvarez

vi. Sinodal. Suplente

Mtro. Humberto Macias Cuellar

AGRADECIMIENTOS INSTITUCIONALES

Ésta investigación fue realizada gracias al Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) de la UNAM, proyectos IN221814. Diversidad y abundancia de mamíferos silvestres en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, IA200812 Áreas prioritarias para la conservación de mamíferos en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán.

A los ejidatarios y las autoridades de San José Axuxco del municipio de San José Miahuatlán, Puebla, por su participación y por su verdadero interés en conocer, preservar y defender la biodiversidad que habita dentro de ésta reserva.

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Estudios Superiores Iztacala por darme todo y por haberme formado profesionalmente y como persona. Es un orgullo pertenecer a la Máxima Casa de Estudios

A todos los profesores que me brindaron su tiempo, todo su apoyo y me compartieron su sabiduría y sus significativas experiencias.

A la doctora Verónica Farías González por el tiempo que dedica a su labor como investigadora, por guiarme para ir por el camino correcto, por todos sus consejos, por sus enseñanzas, por su paciencia, por su compromiso, por su dedicación y hasta por sus regaños, pero sobre todo por su linda amistad. ¡Gracias Vero! ♥

A mis revisores, el doctor Sergio Cházaro Olvera, el doctor Luis Fernando del Moral Flores, el Maestro Tizoc Adrián Altamirano Álvarez y el maestro Humberto Macías Cuellar por sus valiosos consejos y comentarios para mejorar éste trabajo de tesis. A todos ustedes gracias por las enseñanzas y sabiduría que me compartieron

AGRADECIMIENTOS PERSONALES

Mi primer agradecimiento va dirigido a mi abuelo, Jorge Cadena, quién fue un importante pilar, fue mi inspiración en fuerza, determinación y superación. Por ti amanecía con ganas de luchar por mis metas y por mis sueños; definitivamente las palabras no podrán nunca describir lo agradecida que estoy y estaré contigo siempre. Lo logré y sé que vas a estar conmigo porque tu sueño, era mi sueño también. Bitito te extraño y te quiero mucho ♥.

A mi madre Alejandra Cadena y a mi padre Benjamín Vázquez por toda la dedicación, por la paciencia, por todos los sacrificios que han hecho en éstos años, por el cariño y por todo lo que me han proporcionado a lo largo de mi carrera universitaria y de mi vida, gracias a ustedes he llegado a cumplir ésta meta. El triunfo no es mío, es nuestro ♥.

A mis hermanos Hannia y Benjamín quiénes muchas veces me acompañaban en mis desvelos con una taza de café y que hasta me ayudaban a estudiar, gracias por las bromas y por ayudarme tanto. Espero ser un ejemplo para ustedes. Los quiero ♥.

A mi abuelita Amelia Martínez a quién considero mi segunda mamá, un pilar y un ejemplo de vida. Eres una mujer muy fuerte y admirable además muy importante para mí. Muchas gracias por todo tu cariño y tus consejos bitito ♥.

A mis tíos Amelia Cadena y Jorge Cadena por todo éste tiempo, por los regaños, por el apoyo económico, por ser mis cómplices y mis maestros, ustedes son como mis hermanos mayores, mi ejemplo a seguir. Sin ustedes no hubiera logrado terminar mi licenciatura ♥.

A Aldo, mi compañero, quiero agradecerte por toda la ayuda, por los ánimos, por escucharme, por ser mi maestro, por creer en mí y por todo tu amor. Te amo ♥.

A Brenda Montaña por ser mi primer amiga en la FESI, por estar conmigo, por aquellas veces que estudiábamos juntas, por ser mi confidente, por tus consejos y por acompañarme toda la carrera. Te quiero Brendita ♥.

A Leslie Mendoza, amiga, llegaste cuándo más te necesitaba, muchas gracias por las risas, por tu tiempo y tu comprensión. Te quiero Les ♥.

A Morelia Sainz por estar ahí siempre que necesitaba hablar con alguien, por ser mi principal confidente, por las risas, tu ayuda incondicional, me inspiraste a entrar en la UNAM. No sabes cuánto te quiero amiga ♥.

Gracias a todos por su amor, por el apoyo, por su trabajo y por el sacrificio que han hecho, por ustedes he logrado llegar hasta aquí.

DEDICATORIA

A mi madre por inculcarme el ejemplo de nunca temer las adversidades y
siempre enfrentarlas

A mi padre por ser el principal promotor de mis sueños

A mi abuelo ¡Gracias por ser quien fuiste bito!

A mi abuela ¡Te quiero mucho bita!

A mis hermanos ¡Juntos siempre!

A mis tíos ¡Los quiero!

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN	2
<i>Descripción de la especie</i>	3
<i>Reproducción</i>	5
<i>Alimentación</i>	6
<i>Importancia ecológica</i>	7
<i>Fototrampeo</i>	8
<i>Abundancia relativa</i>	9
II. ANTECEDENTES.....	10
<i>Registros de cachorros en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán</i>	10
<i>Estudios de hábitos alimentarios de Puma concolor</i>	11
III. OBJETIVOS.....	14
<i>Objetivo General</i>	14
<i>Objetivos Particulares</i>	14
IV. ÁREA DE ESTUDIO	15
<i>Reserva de la Biósfera Tehuacán- Cuicatlán (RBTC)</i>	15
<i>Municipio de San José Miahuatlán (SJM)</i>	16
<i>Orografía</i>	18
<i>Hidrografía</i>	18
<i>Clima</i>	19
<i>Uso de suelo</i>	20
<i>Vegetación</i>	21
<i>Ejido de San José Axuxco</i>	22
<i>Colocación de las cámaras trampa</i>	23
<i>Esfuerzo de muestreo</i>	25

<i>Monitorización</i>	25
<i>Abundancia relativa</i>	25
VI. RESULTADOS	27
<i>Registros de Puma concolor y sus presas</i>	27
<i>Monitorización de pumas</i>	28
<i>Abundancia relativa</i>	34
VII. DISCUSIÓN	40
<i>Registros de Puma concolor y sus presas</i>	40
<i>Monitorización de Pumas</i>	41
<i>Abundancia relativa</i>	42
IX. LITERATURA CITADA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biósfera Tehuacán- Cuicatlán.....	16
Figura 2. Localización del municipio San José Miahuatlán, Puebla.....	17
Figura 3. Orografía e hidrografía del municipio San José Miahuatlán, Puebla.	19
Figura 4. Climas presentes en el municipio San José Miahuatlán, Puebla.....	20
Figura 5. Vegetación presente en el municipio San José Miahuatlán, Puebla.	21
Figura 6. Ubicación de San José Axuxco.	22
Figura 7. Ubicación de las cámaras trampa en el Cerro Tepetroja dentro del territorio ejidal de San José Axuxco	24
Figura 8. Hembra adulta de <i>Puma concolor</i> acompañada de dos cachorros con motas oscuras en la piel.	29
Figura 9. Hembra bebiendo agua con sus dos cachorros con las motas casi desvanecidas. Tomada de un video de 20 s.	30
Figura 10. Hembra adulta seguida de un cachorro de 8 a 9 meses de edad. Tomadas de un video de 20 s.	30
Figura 11. Puma joven con ojos dorados de 16 a 17 meses de edad. Tomado de un video de 20 s seguido de la foto.	31
Figura 12. Hembra adulta de <i>Puma concolor</i>	31
Figura 13. Puma joven de 18 a 19 meses de edad.....	32
Figura 14. Puma joven de 18 a 19 meses de edad.....	32
Figura 15. Dos pumas jóvenes, uno de ellos está olfateando cámara..	33
Figura 16. Pumas jóvenes caminando por vereda.....	33
Figura 17. Puma joven de 21 a 22 meses de edad.....	34
Figura 18. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (<i>Puma concolor</i>) y sus presas, venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>), pecarí de collar (<i>Pecari tajacu</i>) y coatí (<i>Nasua narica</i>) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.	35
Figura 19. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (<i>Puma concolor</i>) y el venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.	36
Figura 20. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (<i>Puma concolor</i>) y el pecarí de collar (<i>Pecari tajacu</i>) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.	37

Figura 21. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (*Puma concolor*) y coatí (*Nasua narica*) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.38

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Número de fotografías por año para el puma (<i>Puma concolor</i>) y sus presas, venado cola blanca (<i>Odocoileus virginianus</i>), pecarí de collar (<i>Pecari tajacu</i>) y coatí (<i>Nasua narica</i>), del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016 en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México.....	¡Error! Marcador no definido.
Cuadro 2. Resultados del ANOVA de tres factores: especie, año y mes, en la abundancia relativa de las presas del puma (<i>Puma concolor</i>) en el ejido de San José Axuxco, Puebla.....	39
Cuadro 3. Comparación de los IAR mensuales de las tres presas del puma con la prueba de Holm-Sidak.. ..	39
Cuadro 4. Comparación de los IAR mensuales de las presas con la prueba de Holm-Sidak.	40

RESUMEN

Se monitorizó el crecimiento de dos cachorros de puma (*Puma concolor*) desde que fueron detectados como cachorros de 4 semanas de edad hasta que llegaron a ser adultos jóvenes de dos años de edad y se estimó la abundancia relativa de tres de las presas del puma. El trabajo de campo se llevó a cabo en el ejido de San José Axuxco en de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán. El periodo de muestreo fotográfico fue del 1 de mayo de 2013 al 30 de abril de 2016 con 15 estaciones con una cámara trampa cada una. Los índices de abundancia relativa (IAR) anuales mostraron que el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*, IAR = 0.59) fue la presa más abundante, seguida del pecarí de collar (*Pecari tajacu*, 0.38) y del coatí de nariz blanca (*Nasua narica*, 0.02). Se observó que los IAR mensuales de las presas disminuyeron cuando los IAR mensuales de los pumas aumentaron y viceversa; fue más evidente para el coatí y el pecarí de collar en comparación con el venado. Hubo diferencias significativas en los IAR mensuales entre las tres especies de presas ($F_{2,2} = 31.436$, $P < 0.001$) y entre los meses de octubre vs febrero y octubre vs marzo. La fecha de nacimiento de los dos pumas jóvenes fue durante el mes de mayo de 2013. Por la presencia de manchas oscuras en su pelaje se determinó que tenían de 4 a 5 semanas de edad en junio de 2013. Los IAR del venado cola blanca, pecarí de collar y coatí de nariz blanca disminuyeron cuando los IAR del puma aumentaron cuando los pumas jóvenes alcanzaron la edad en la que comienzan a comer carne y los IAR de pecarí de collar y coatí de nariz blanca disminuyeron cuando los pumas jóvenes alcanzaron la edad a la que se separan de la madre.

Palabras clave: felinos silvestres, índice de abundancia, monitorización participativa, *Nasua narica*, *Odocoileus virginianus*, *Pecari tajacu*, Puebla



I. INTRODUCCIÓN

Los felinos ejercen una gran atracción y fascinación sobre los humanos por su belleza, fuerza y habilidad para cazar a sus presas (Almazán-Catalán *et al.*, 2013).

Las principales amenazas para todas las especies de felinos son la pérdida y transformación del hábitat causada por el avance de la frontera agropecuaria, la fragmentación de sus poblaciones por carreteras y poblados (Payán y Soto, 2012) y la caza directa de individuos por la depredación de ganado debido a la disminución de sus presas naturales (Yara-Ortíz *et al.*, 2009). Su presencia dentro de los ecosistemas es muy importante ya que representan un grupo clave para su funcionamiento debido a que ayudan a regular la densidad poblacional de aquellos animales que son parte importante de su alimentación (Beck *et al.*, 2005), por lo que se les considera un indicador de la abundancia de sus presas (Hornocker, 1970; Terborgh, 1988; Noss *et al.*, 1996; Payán, 2004). A su vez, el control que ejercen los felinos sobre sus presas repercute de manera indirecta en el control del consumo de plantas y semillas e influye en la estructura y regeneración de los ecosistemas (Yara-Ortiz *et al.*, 2009). La pérdida de un carnívoro tope dentro de un ecosistema representa un suceso lamentable por sí mismo, ya que las consecuencias ecológicas pueden ser severas (Terborgh *et al.*, 2001; Crooks *et al.*, 2011), por lo que esto ha generado importantes esfuerzos para asegurar su conservación (Ceballos *et al.*, 2010) ya que al protegerlos también se protegen otras especies que se superponen en su distribución (Logan y Sweanor, 2001).



Descripción de la especie

Puma concolor (Linnaeus, 1771), también conocido como “león de montaña” en algunas zonas (Payán y Soto, 2012) es el mamífero terrestre con la distribución más amplia en el continente americano, la cual abarca desde el centro de Canadá hasta el sur de Argentina y Chile desde el nivel del mar hasta altitudes superiores a los 3,000 msnm (Hall, 1981; Anderson, 1983; Chávez, 2006). Es también el segundo felino más grande en América después del jaguar (*Panthera onca*, Ceballos *et al.*, 2010). Es una especie adaptable y generalista, razón por la cual se encuentra ocupando una variedad de biomas en toda América (Yara-Ortiz, *et al.*, 2009). Se le puede encontrar en hábitats que van desde ecosistemas fríos como bosques boreales, secos como desiertos, hasta ecosistemas tan diversos como el bosque mesófilo de montaña (Logan y Sweanor, 2001). El área de actividad de las hembras puede variar de 66 a 685 km² y la de los machos de 152 a 1,150 km² (Ceballos *et al.*, 2010). Durante el día se llegan a mover de 13.42 ± 2.50 km por día (Elbroch y Wittmer, 2012). El territorio de los machos se superpone sobre el de varias hembras (Aranda, 2000).

El puma es grande, esbelto y tiene extremidades cortas (Currier, 1983), su longitud total va de 86 a 155 cm, la cola puede medir de 60 a 97 cm y su altura al nivel del hombro va de 60 a 76 cm (Nowak, 1999). Su peso varía de los 53 a 72 kg y el macho presenta mayor talla y peso que la hembra (Ceballos *et al.*, 2010). Sus extremidades son delgadas, las piernas son más largas que los brazos, cuentan con uñas largas, fuertes y retráctiles (Currier, 1983). Su cabeza es relativamente pequeña, tiene un hocico corto, unas orejas pequeñas y con forma redondeada (Knight, 1994). Su coloración va de tonos leonado gris, rojo o gradientes de café, la región ventral es de tono más claro que la espalda y va entre las tonalidades blancuzcas a crema, las puntas de las orejas y de la cola son negras, presenta marcas



faciales claras, con una mancha más oscura alrededor del hocico y un parche negro en la base del bigote. Al momento de nacer presentan manchas que desaparecen de los 3 a 4 meses de edad (Pocock, 1917). Las pupilas son redondas, el color de los ojos es azul en los cachorros y marrón grisáceo a dorado en los adultos (Currier, 1983).

En cuanto a su comportamiento, como la mayoría de los felinos es cazador solitario y activo en el crepúsculo y al amanecer, aunque en ocasiones tienen actividad durante todo el día (Seidensticker *et al.*, 1973; Van Dyke *et al.*, 1986). Cuando necesitan comunicación, tienen varias maneras de hacerlo, dejando rascas en el suelo y la hojarasca, con orina y algunas veces excremento que informan sobre jerarquía, sexo y estado reproductivo del individuo (Hornocker y Negri, 2009); también suelen usar vocalizaciones que son más bien parecidas a maullidos, resoplidos y al grito de una mujer (Emmons y Feer, 1997).

A nivel global *Puma concolor* se encuentra en la categoría de Casi Amenazado (NT), tres subespecies del norte del área de distribución figuran en el Apéndice I de la CITES y las demás están en el apéndice II (UICN, 2005). La medida de conservación que ha beneficiado a la especie ha sido el establecimiento del sistema de áreas protegidas (parques nacionales y otras reservas), dado que éstas se encuentran dentro de su rango geográfico de distribución lo que hace de éstas el único refugio seguro disponible actualmente posibilitado su supervivencia (Ibagué, 2009).



Reproducción

Los pumas son polígamos y alcanzan la madurez sexual entre los 20 y 24 meses pero en ciertas condiciones las hembras no se reproducen sino hasta los 3 años (Ashman *et al.*, 1983; Currier, 1983; Ceballos y Galindo, 1984, Payán y Soto, 2012) y el celo dura aproximadamente 8 días (Anderson, 1983).

El apareamiento puede tener lugar en cualquier época del año (Ceballos y Galindo, 1984; Ross y Jalkotzy, 1992; Sweanor *et al.*, 1996) y la gestación dura entre 82 y 98 días (Young y Goldman, 1946; Rabb, 1959; Eaton y Verlander, 1977; Currier, 1983; Logan *et al.*, 1996; Riley, 1998; Payán y Soto, 2012). En cada parto nacen de 1 a 6 cachorros, pero usualmente son de 3 a 4 (Young y Goldman, 1946; Robinette *et al.*, 1961; Anderson 1983; Ceballos y Galindo, 1984; Lindzey *et al.*, 1992; Ross y Jalkotzy, 1992; Knight, 1994). La mayoría de los nacimientos se producen durante la temporada más calurosa cuando hay mayor disponibilidad de presas (Anderson, 1983; Riley, 1998; Logan *et al.*, 1996; UICN, 1996). En regiones cercanas al ecuador pueden nacer en cualquier época del año; sin embargo, parece ser más frecuente en los meses más húmedos y calurosos (Tirira, 2008).

Al nacer los cachorros, miden de 20 a 30 cm de longitud y pesan de 220 a 500 gr. (Young y Goldman, 1946; Volf, 1972; Ceballos y Galindo, 1984; Saggese, 1999) tienen los ojos cerrados aproximadamente 2 semanas y son de color azul aproximadamente hasta los 4 meses cuando toman su color grisáceo (Rabb, 1959; Eaton y Verlander; 1977; Currier, 1983; Saggese, 1999) y en su pelaje tienen pequeñas motas negruzcas que se van desvaneciendo entre los 3 y 4 meses y que son casi imperceptibles al año de edad (Pocock, 1917; Currier, 1983). El destete ocurre entre los 4 y 5 meses de vida (Payán y Soto, 2012), permanecen con su madre, quien les enseña a cazar, aproximadamente hasta los 18 a 24 meses (Hornocker,



1970; Seidensticker *et al.*, 1973; Ceballos y Galindo, 1984; Saggese, 1999; Payán y Soto, 2012).

Cuando los pumas se independizan de la madre tienen que alejarse en busca de un territorio disponible donde establecerse, de esta forma evitan reproducirse con parientes cercanos y fortalecen poblaciones pequeñas con la aportación de genes diferentes. En esta dispersión pueden viajar grandes distancias, más de 100 km las hembras y más de 250 km los machos, con casos extremos de 480 km (Anderson, 1983; Nowak, 1999; Saggese, 1999; Ceballos y List, 2010). Los pocos que logran llegar a un sitio vacante encontrarán una pareja para reproducirse (Anderson, 1983; Nowak, 1999; Saggese, 1999; Ceballos y List, 2010).

La longevidad en vida silvestre puede estar alrededor de los 12 años y en cautiverio hasta el doble de esto (Currier, 1983; Hunter y Barrett, 2011).

Alimentación

Los pumas son carnívoros y son considerados depredadores oportunistas y generalistas ya que su dieta varía según el hábitat, la temporada y región geográfica (Knight, 1994). Generalmente cazan de noche, acechando a sus presas (Ceballos y Galindo, 1984). Su estrategia consiste en acercarse agazapado hasta una distancia de la que puede saltar sobre la presa (Ceballos *et al.*, 2013). Una marca característica la constituyen las profundas mordidas que deja en cuello y nuca de sus presas. Cuando ha matado a su presa la arrastra hasta algún lugar seguro, generalmente al abrigo de arbustos o rocas. En éste sitio la destripa, desechando las vísceras. En las áreas que habita es frecuente encontrar amontonamientos de hojarasca cubriendo tales restos (Ceballos y Galindo, 1984).



Su dieta incluye presas de diversos tamaños, desde cérvidos y camélidos hasta roedores pequeños (Iriarte *et al.*, 1990; Logan y Sweanor, 2001); sin embargo, se ha reportado que los grandes ungulados llegan a constituir hasta el 70% (Iriarte *et al.*, 1990; Riley, 1998). En México numerosos estudios sobre la alimentación del puma muestran claramente que prefiere cazar al venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en la mayoría de su distribución, seguido del pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y del coatí (*Nasua narica*; Núñez *et al.*, 2000; Luna y López, 2005; Rosas-Rosas *et al.*, 2008; De la Torre y De la Riva, 2009; Monroy-Vilchis *et al.*, 2009a; Gómez-Ortiz y Monroy-Vilchis, 2013).

Importancia ecológica

Como el más alto eslabón de la cadena trófica, éste carnívoro contribuye a la estabilidad del ecosistema controlando las poblaciones de sus presas, impidiendo sus excesos poblacionales y manteniendo el vigor descartando ejemplares viejos y enfermos; a su vez, interviene en la disminución de la propagación de enfermedades por el incremento de reservorios (Ostfeld y Holt, 2004; Payán, *et al.*, 2007; Ceballos, *et al.*, 2010).

La desaparición del puma de un sitio implica la pérdida de su función ecológica puesto que los herbívoros, omnívoros y aves podrían aumentar y la presión de consumo de plantas, plántulas y semillas por éstos se verían alteradas, lo que afecta la dinámica de crecimiento y estructura de los ecosistemas y también puede hacer que aparezcan pérdidas económicas en la agricultura, silvicultura e incluso en el transporte, por las frecuentes colisiones con vehículos (Ceballos, *et al.*, 2010). Este papel regulador de poblaciones convierte al puma en una especie clave (Payán, *et al.*, 2007).



Fototrampeo

Las cámaras-trampa son una herramienta muy útil para el estudio de poblaciones que son difíciles de observar debido a sus patrones de conducta, bajas densidades y carácter elusivo (Wilson *et al.*, 1996; Karanth *et al.*, 2004a). Su utilización nos permite ampliar nuestras observaciones de estas especies en el tiempo y el espacio sin interferir con su conducta (Lynam, 2002; Karanth y Nichols, 2002; Karanth *et al.*, 2004a; Silver, 2004; Kays y Slauson, 2008). Su uso también permite generar información muy valiosa sobre su biología y ecología, que de otra manera sería más difícil de obtener si utilizáramos métodos tradicionales (Chávez *et al.*, 2013), como observación por medio de transectos lineales, estudios de rastreo (Silveira *et al.*, 2003), el trampeo directo y la telemetría, ya que estos últimos son más costosos y proporcionan un reducido número de registros, además de que alteran el comportamiento de los individuos (Krausman, 2002).

Entre las ventajas de su manejo se incluyen la precisión en la identificación a nivel específico y frecuentemente individual, una eficiencia de detección similar en animales diurnos y nocturnos y la confirmación de especies cuyas huellas no se diferencian (Maffei *et al.*, 2002; Trolle y Kéry, 2003; Wallace *et al.*, 2003; Karanth *et al.*, 2004b; Maffei *et al.*, 2004; Di Bitetti *et al.*, 2006; Soisalo y Cavalcanti, 2006; Dillon y Kelly, 2008; Maffei y Noss, 2008). Las fotos de las cámaras trampa se han vuelto una herramienta con gran potencial para acercar a los investigadores y a los pobladores de las zonas objeto de estudio a la fauna, igualmente, logran llamar la atención de los espectadores en general y así, generar una mayor conciencia sobre la biodiversidad produciendo fotos únicas, espontáneas, naturales e irrepetibles (Diaz-Pulido y Payán, 2012) que permiten obtener suficiente



información para ayudar en la toma de decisiones para el manejo y la conservación de fauna silvestre a largo plazo (Kelly, 2008; Rowcliffe y Carbone, 2008; O'Brien, 2008).

En estudios de fauna silvestre el fototrampeo se ha centrado en detectar presencia o ausencia de animales, realizar inventarios, registrar horas de actividad y otros comportamientos, estimaciones de diversidad, monitoreo de poblaciones en diferentes paisajes, estimaciones de abundancia y densidad y hasta control y vigilancia en áreas protegidas (Karanth y Nichols 2002, Long *et al.*, 2008, O'Connell *et al.*, 2011). En estudios de grandes felinos el uso de cámaras-trampa se popularizó desde que se comenzó a monitorear poblaciones de tigres en la India (Karanth, 1995; Karanth y Nichols, 1998) y posteriormente se ha aplicado con éxito para calcular la abundancia y densidad de otras especies crípticas como leopardos (Henschel y Ray, 2003), ocelotes (Trolle y Kéry, 2001; Dillon y Kelly, 2007), jaguares (Wallace *et al.*, 2002; Silver, 2004; Silver *et al.*, 2004; Soisalo y Cavalcanti 2006; Salom-Peréz *et al.*, 2007), leopardos de las nieves (Jackson *et al.*, 2005), hasta felinos sin manchas como pumas (Kelly *et al.*, 2008).

Abundancia relativa

A partir del fototrampeo, se puede estimar el número de individuos que compone una población; sin embargo, la estimación de la abundancia es un atributo poblacional que no puede ser medido en su totalidad porque son muchas las especies a las cuales no se les puede realizar un conteo total de individuos (Krebs, 2000). Para el caso de mamíferos tanto medianos como grandes es difícil y costosa debido a sus hábitos nocturnos y evasivos; además, por lo general se encuentran en bajas densidades y por lo anterior es recomendable el cálculo de índices de abundancia relativa (Sutherland, 1996).



La abundancia relativa de los mamíferos es un indicador de la situación poblacional y su evaluación en diferentes tiempos o espacios evidencia su posible variación espacial y temporal (Walker *et al.*, 2000). Este índice está fundamentado en la correlación positiva entre la abundancia y la probabilidad de detección (Hadly y Maurer, 2001; Nichols y Conroy, 1996), y permite realizar comparaciones temporales y espaciales (Tobler *et al.*, 2008; Walker *et al.*, 2000).

Para calcular índices de abundancia relativa por especie se consideran el número de fotografías independientes por cada 100 días-trampa (Carbone *et al.*, 2001). Los índices obtenidos son el resultado del muestreo de una fracción de la población y se expresan como el número de individuos contados por unidad de muestreo (Maffei *et al.*, 2002; O'Brien *et al.*, 2003; Yasuda, 2004; Rovero y Marshall, 2009). Éste parámetro, puede contribuir a la propuesta de estrategias para la conservación de las especies (Walker *et al.*, 2000).

II. ANTECEDENTES

Registros de cachorros en la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán

Entre los estudios realizados en la RBTC que han documentado la presencia de cachorros de puma, se puede mencionar el trabajo de Hernández (2012) quien colocó 7 estaciones con cámaras trampa en la localidad de Santa María Tecomvaca, en la región de la Cañada Oaxaqueña y obtuvo una foto de una hembra y su cría en el mes de abril de 2011. Otro estudio corresponde al trabajo de Espinosa (2016) quien estudió 19 localidades pertenecientes a la región de la Cañada Oaxaqueña dentro de la RBTC y



en cada sitio colocó en promedio 7 cámaras trampa y obtuvo registros de hembras con sus crías en el año 2010, sin indicar cuántas hembras; posteriormente, en el año 2012 registró una pareja de crías y tampoco mencionó en qué localidades obtuvo los registros. En éste trabajo se menciona de nuevo el registro de la hembra con su cría que Hernández (2012) documentó.

Estudios de hábitos alimentarios de *Puma concolor*

Existen numerosos estudios en donde se ha examinado la dieta que presenta el puma al noroeste de México. Luna y López (2005) analizaron la dieta del puma y del gato montés (*Lynx rufus*) entre dos localidades de Sonora (El pinito y Los ojos) pasando por la Sierra San Luis. Recorrieron 21 km lineales y colectaron 20 heces de pumas. Encontraron que el puma se alimentó de 8 especies de mamíferos, principalmente del venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*), coatí de nariz blanca (*Nasua narica*) y vaca (*Bos taurus*) que constituyeron el 92% de su dieta. Rosas Rosas *et al.* (2008) analizaron la dieta del jaguar y del puma en una localidad ubicada a unos 60 km al suroeste del municipio Nacori Chico, Sonora. Colectaron 88 muestras fecales de puma desde julio del 2000 a marzo del 2005 y encontraron que el venado cola blanca (57%), pecarí de collar (11%) y el ganado (9%) constituyeron la parte más importante de su alimentación. Cassaigne *et al.* (2016) estudiaron el consumo de presas del puma y jaguar en el noreste de Sonora, colectaron excretas de puma de octubre 2012 a junio 2013 y encontraron que el venado cola blanca fue mayormente cazada por el puma seguido de vaca y del pecarí de collar.

En cuanto a los estudios realizados al occidente de México podemos mencionar el que Núñez *et al.* (2000) realizaron al examinar la alimentación



del puma y del jaguar en la Reserva de la Biosfera de Chamela-Cuixmala en la costa de Jalisco. Colectaron 65 heces de puma en un área de 200 km² de 1995 a principios de 1998 y encontraron que se alimentó principalmente de 5 especies de mamíferos que constituyeron el 70% de su dieta, venado cola blanca, armadillo de nueve bandas (*Dasyopus novemcinctus*), pecarí de collar, iguana negra (*Ctenosaura pectinata*) y coatí de nariz blanca.

En la región centro-norte de México, De la Torre y De la Riva (2009) analizaron los hábitos alimentarios del puma en dos localidades, el Área natural protegida Sierra Fría y las serranías El Muerto y Laurel, al oeste de Aguascalientes. Colectaron 38 excretas de enero 2003 a febrero 2005, concluyeron que el venado cola blanca, el pecarí de collar y el mapache (*Procyon lotor*) fueron los principales componentes de su dieta. Hernández-SaintMartín *et al.* (2015) examinaron la dieta del puma y del jaguar en la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra-Tanchipa en San Luis Potosí, México. Colectaron 22 heces de puma entre octubre 2010 a enero 2012 encontraron que las especies mayormente consumidas por el puma fueron el venado cola blanca, conejos (*Sylvilagus sp.*), hocofaisán (*Crax rubra*), pecarí de collar y finalmente coatí de nariz blanca y mapache.

Por otro lado, los estudios realizados al centro-sur de México incluyen el realizado por Monroy-Vilchis *et al.* (2009) quienes analizaron los hábitos alimentarios de los pumas en la Reserva Natural Sierra de Nanchititla, Estado de México. Colectaron 104 heces a lo largo de 22 km cada 15 días de agosto del 2002 a julio del 2004 y concluyeron que el armadillo de nueve bandas fue la principal presa, seguido por el coatí de nariz blanca y el venado cola blanca. Gómez-Ortiz y Monroy-Vilchis (2013) analizaron la selección de presas del puma y del jaguar en la Reserva Natural de la Sierra de Nanchititla en el Estado de México. Colectaron y analizaron 209 heces de puma de agosto 2002 a mayo 2009 mensualmente; los resultados



mostraron que el armadillo de nueve bandas, coatí de nariz blanca y el venado cola blanca representaron el 64% del total de su dieta.

Al suroeste de México Botello (2006) analizó los hábitos alimentarios de carnívoros en tres localidades dentro de la RBTC, San Francisco Cotahuixtla, San Lorenzo Pápalo y Santa María Tecomvaca, Oaxaca. Realizó recorridos en aproximadamente 60 km de veredas en cuatro temporadas (junio-agosto 2003; febrero-abril 2004; junio-agosto 2004 y febrero-abril 2005) para coleccionar 1,130 heces de siete especies de carnívoros y encontró que el puma consumió en mayor proporción mamíferos pequeños y grandes que mamíferos medianos, entre sus presas se encontraron especies como el ratón espinoso (*Liomys irroratus*), coatí de nariz blanca y venado cola blanca.

Finalmente, al sureste de México Aranda y Sánchez-Cordero (1996) estudiaron la dieta del puma y del jaguar en la Reserva de la Biósfera de Calakmul en Campeche. Colectaron 15 heces durante junio a septiembre 1989, enero a abril 1990 y enero 1991 y 1993 en un área de 380 km², concluyeron que el venado cola blanca, el coatí de nariz blanca y el pecarí de collar fueron las tres presas preferidas del puma. Recientemente Avila-Najera *et al.* (2018) analizaron la dieta del jaguar y del puma en la Reserva Ecológica Edén, al noreste de Quintana Roo. Colectaron 28 heces de puma en dos periodos, de mayo a julio 2011 y de agosto a septiembre 2012 y reportaron que el pecarí de collar seguido del venado cola blanca y del coatí de nariz blanca fueron las presas más frecuentemente encontradas en los análisis.

III. OBJETIVOS

Objetivo General

Documentar el crecimiento de dos pumas jóvenes en vida silvestre desde que son registrados como cachorros hasta la edad adulta y comparar la abundancia relativa de las presas principales del puma con la edad en meses de los pumas jóvenes, dentro de la reserva de la biosfera Tehuacán-Cuicatlán.

Objetivos Particulares

- Estimar la fecha de nacimiento de los dos pumas jóvenes.
- Relacionar las características morfológicas de los dos pumas jóvenes con su edad estimada en meses.
- Estimar y relacionar la abundancia relativa de las presas principales del puma en el área de estudio.
- Evaluar la abundancia relativa de las presas principales en el área de estudio con la edad estimada de los dos pumas jóvenes.

IV. ÁREA DE ESTUDIO

Reserva de la Biósfera Tehuacán- Cuicatlán (RBTC)

La RBTC fue decretada Reserva de la Biósfera por la UNESCO en 2012 e inscrita el 1 de julio de 2018 en la Lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO como sitio mixto (SEMARNAT, 2018). Comprende parte del sureste del estado de Puebla y noroeste del estado de Oaxaca, se ubica entre las coordenadas geográficas $18^{\circ}52'36.41''$ y $97^{\circ}41'31.37''$ en el extremo Norte, municipio de Tecamachalco, Puebla; los $17^{\circ}32'32.99''$ y $96^{\circ}43'13.70''$ en el extremo Sur, municipio de San Juan Bautista Atatlahuca, Oaxaca; los $17^{\circ}38'57.00''$ y $96^{\circ}41'31.37''$ en el extremo Este, municipio de San Juan Bautista Atatlahuca, Oaxaca y los $18^{\circ}13'2.23''$ y $97^{\circ}48'35.25''$ en el extremo Oeste municipio de Santiago Chazumba, Oaxaca (Fig. 1) (SEMARNAT, 2013).

La reserva posee una superficie aproximada de 490, 187 km²; La altitud va de los 600 a los 2950 msnm; su temperatura y su precipitación anual es de 21°C y 400 mm, respectivamente, su régimen de lluvias es principalmente de verano, siendo el mes de junio y septiembre los que presentan mayor precipitación pluvial. Está representada por diversos tipos de vegetación, siendo más predominante la selva baja caducifolia (38.12 %) seguido por el matorral xerófilo (25%), bosques de encino (15.44%). Bosque de coníferas (4.84%) y bosque de pino-encino (3.26%) (SEMARNAT, 2013; Valiente, 1991).



Figura 1. Ubicación de la Reserva de la Biósfera Tehuacán- Cuicatlán Fuente. CONANP: Decretos, Programas de Manejo CONANP 02/07/2018

Municipio de San José Michhuatlán (SJM)

El municipio de San José Michhuatlán se localiza en la parte sureste del estado de Puebla, dentro de la RBTC. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 09'30" y 18° 19'54" de latitud norte y los meridianos 97° 10'36" y 97° 24'24" de longitud occidental, se ubica a una altitud de entre 800 y 2500 msnm. Tiene una superficie de 335.51 km². Colinda al norte con los municipios de San Gabriel Chilac, Altepeji y Zinacatepec; al este con los municipios de Zinacatepec, Coxcatlán y el estado de Oaxaca; al sur con el estado de Oaxaca y el municipio de Caltepec; al oeste con los

municipios de Caltepec, Zapotitlán y San Gabriel Chilac (Fig. 2). Cuenta con 11 localidades y una población total de 12 699 habitantes (INEGI, 2010).

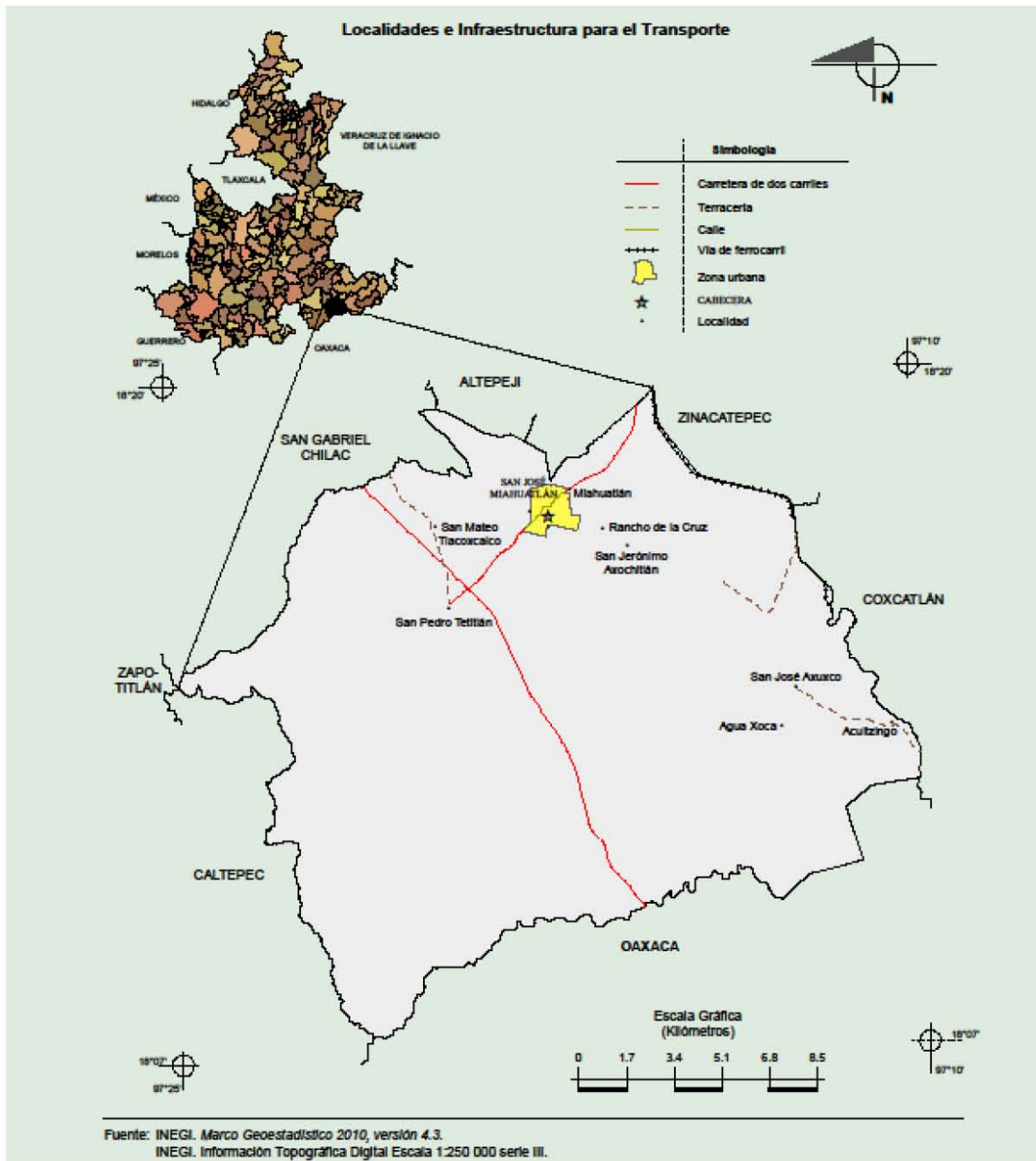


Figura 2. Localización del municipio San José Miahuatlán, Puebla. Fuente. INEGI: Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.3. INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie III.

Orografía

SJM pertenece a la sierra madre del Sur, está ubicado entre dos regiones morfológicas: al poniente a partir de la cota 1,500 forma parte de la sierra de Zapotitlán y de la cota hacia el oriente, del valle de Tehuacán. Se sitúa al costado sudoccidental del valle de Tehuacán. Presenta un relieve montañoso al oeste, con alturas superiores a 2,300 metros que desciende hacia el sureste, en un declive brusco al principio y que posteriormente se suaviza llegando a menos de 100 metros (Figura 3), (INEGI, 2010; Ayuntamiento de San José Miahuatlán, 2014).

Hidrografía

SJM pertenece a la cuenca del Papaloapan. Es recorrido de oeste a este por varios ríos provenientes de la sierra de Zapotitlán, que desembocan en el río Salado, uno de los principales formadores del Papaloapan. El río Zapotitlán cruza el municipio y se une al Tehuacán formando el río Salado. El río Hondo sirve de límite durante un tramo entre el municipio y el estado de Oaxaca, y fuera del estado se une al Salado. El río Tehuacán, proveniente de los manantiales cercanos a Santa María del Monte, en la sierra de Zapotitlán cruza el valle de Tehuacán y el municipio al noreste y este, hasta unirse al Zapotitlán, cambia de nombre por el de Salado y recorre el sureste del municipio (Figura 3). (Ayuntamiento de San José Miahuatlán, 2014).

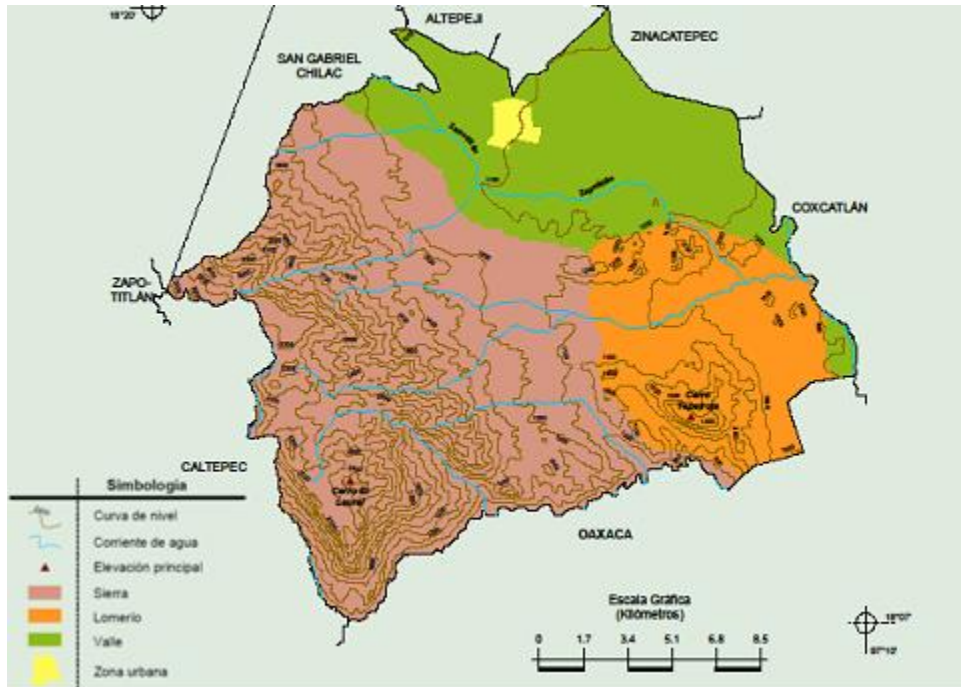


Figura 3. Orografía e hidrografía del municipio San José Miahuatlán, Puebla. Fuente. INEGI: Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.3. INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie III. INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de datos Geográficos de la Carta Fisiográfica 1:1 000 000 serie I. INEGI-CONAGUA, 2007. Mapa de la Red Hidrográfica Digital de México escala 1:250 000. México

Clima

La precipitación es de 300 a 600 mm y la temperatura varía entre los 14 a 24 °C. Se pueden identificar climas secos, que conforme va subiendo el relieve hacia el poniente, señala más humedad y menos temperatura: Clima seco muy cálido y cálido (58.04%), el más seco de los esteparios, se presenta en las zonas planas correspondiente al valle de Tehuacán es el clima dominante. Clima semicálido (20.13%), con lluvias en verano y escasas a lo largo del año: se presenta en las primeras estribaciones de la sierra de Zapotitlán, al poniente. Clima semiseco templado (18.23%), con lluvias en verano y escasas a lo largo del año. Se localiza al extremo occidental. Clima semiseco semicálido (3.60%) localizado en un área reducida al extremo occidental (Figura 4), (INEGI, 2010: Ayuntamiento de San José Miahuatlán, 2014).

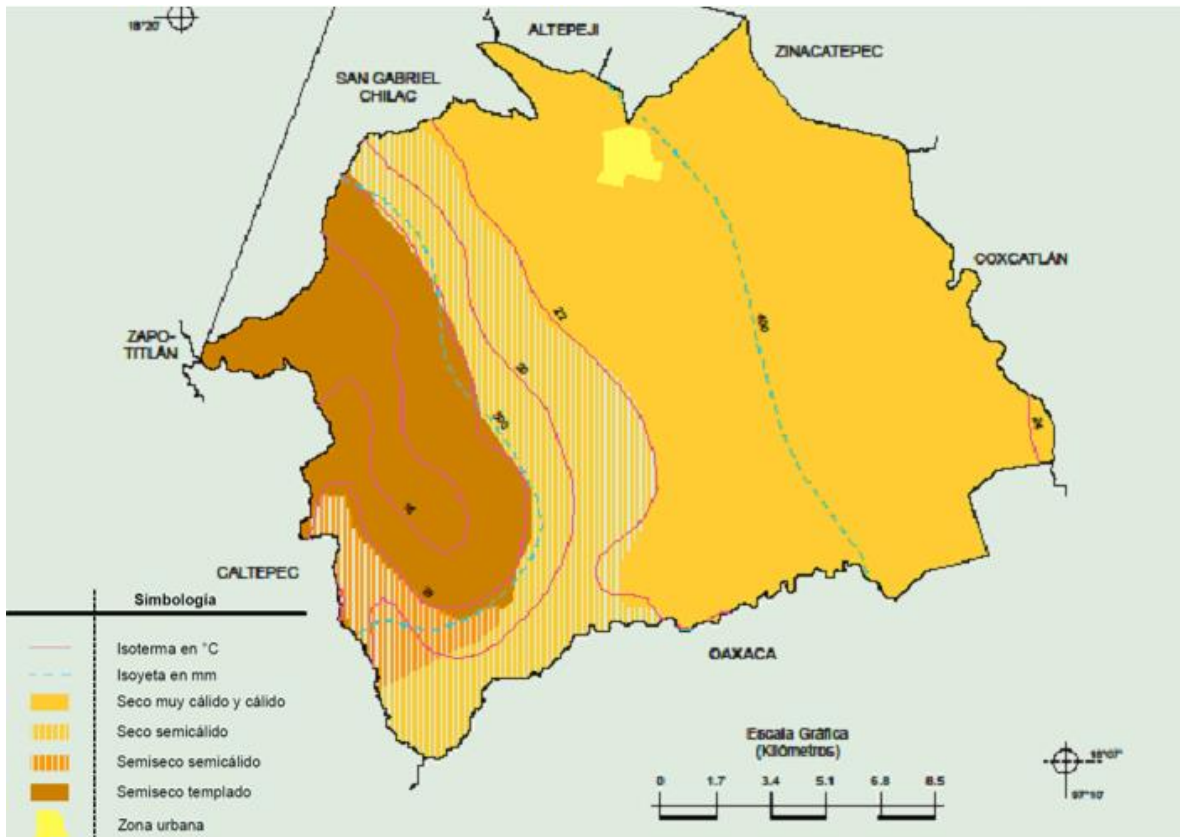


Figura 4. Climas presentes en el municipio San José Miahuatlán, Puebla. Fuente. INEGI: Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.3 INEGI. Continuo Nacional del Conjunto de Datos Geográficos de las Cartas de Climas. Precipitación Total Anual y Temperatura Media Anual 1:1 000 000, serie I

Uso de suelo

El uso de suelo corresponde principalmente a la agricultura (21.67%) y en menor proporción a zona urbana (0.69%) (Figura 5); sin embargo, la zona urbana está creciendo en valle de laderas tendidas; sobre áreas previamente ocupados por agricultura (Ayuntamiento de San José Miahuatlán, 2010).

Vegetación

La vegetación predominante corresponde al matorral (51.75%), seguido por selva (14.09%), pastizal (10.29%) y bosque (1.51%) (Figura 5), (INEGI, 2010).

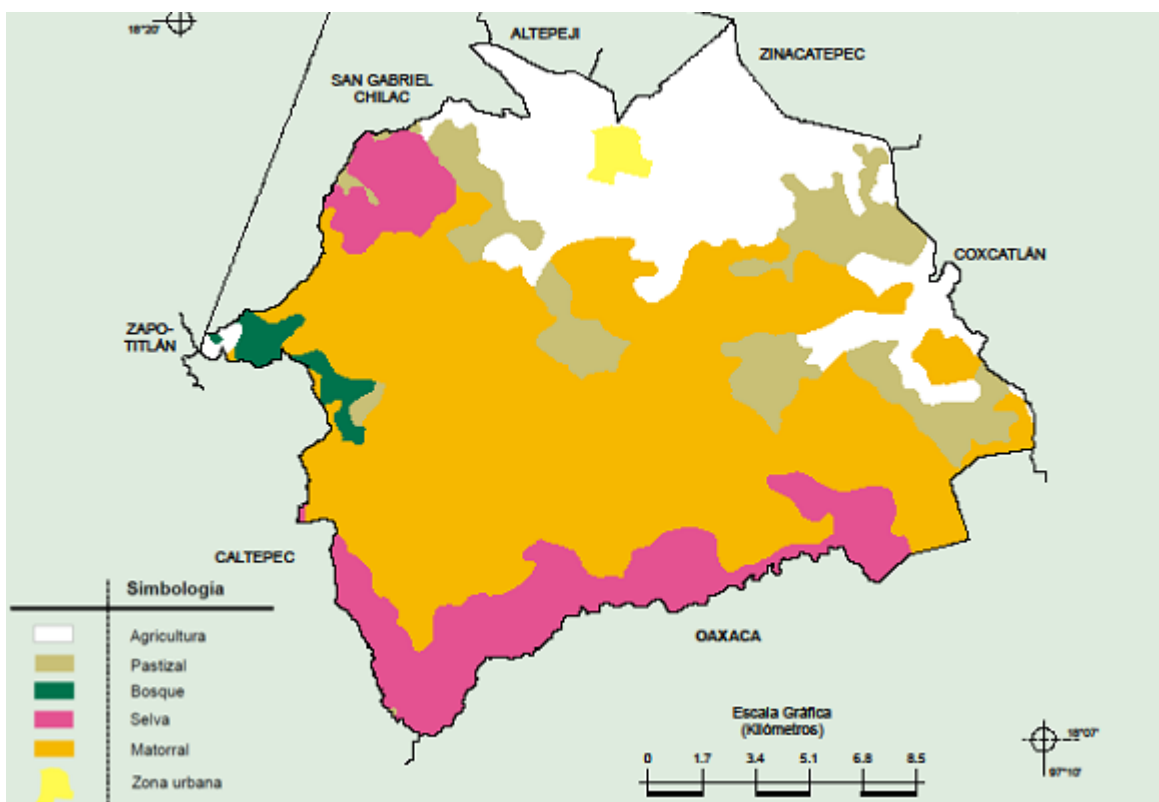


Figura 5. Vegetación presente en el municipio San José Michuatlán, Puebla. Fuente. INEGI: Marco Geoestadístico Municipal 2010, versión 4.3 INEGI. Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación III. Escala 1:250 000

Ejido de San José Axuxco

El ejido de San José Axuxco se encuentra al sur del estado de Puebla en las coordenadas geográficas ($18^{\circ}13'53.23''$ N, $97^{\circ}12'24.15''$ O), su altitud es de 959 msnm (Farías *et al.*, 2015) y se encuentra en el límite norte de la región de la Depresión de la Cañada dentro de la RBTC. El clima es semiárido con lluvias en verano con una precipitación promedio anual de 300 mm y temperatura promedio anual de 22°C (Farías *et al.*, 2015). La vegetación dominante es selva baja caducifolia con cactáceas columnares de los géneros *Cephalocereus*, *Myrtillocactus*, *Neobuxbaumia* y *Pachycereus*, entre otros, como dominante fisionómico (Rzedowski, 1978; Valiente-Banuet *et al.*, 2000), y árboles y arbustos de los géneros *Bursera*, *Castela*, *Ceiba*, *Ficus*, *Fouquieria*, *Parkinsonia* y *Ziziphus* (Rzedowski, 1978; Valiente-Banuet *et al.*, 2000), (Figura 6). En éste ejido es dónde se colocaron las fototruampas para la realización de éste trabajo.



Figura 6. Ubicación de San José Axuxco. Fuente. Google, INEGI. México 2019 Terrametrics

V.MÉTODOS

Colocación de las cámaras trampa

En el Cerro Tepetroja del ejido de San José Axuxco se colocaron cámaras trampa a partir del 18 y 19 de abril de 2013 en sitios donde fue posible detectar la presencia de mamíferos silvestres (Farías *et al.*, 2015). Las cámaras se ubicaron a los lados de senderos naturales utilizadas por la fauna silvestre donde se hallaron evidencias indirectas de presencia como huellas y excrementos (Figura 7).

Se analizaron los registros fotográficos colectados por 15 estaciones de muestreo del 20 de abril del 2013 al 30 de abril del 2016. En cada una de las estaciones se instaló una cámara digital (LTL Acorn 6210, Little Acorn Outdoors, Green Bay, Wisconsin, EE. UU.) con un sensor infrarrojo que se activó al detectar movimiento. Cada cámara-trampa se ató en la base de una cactácea o de un árbol a una altura de 20-40 cm del suelo y fueron separadas por una distancia de 500 m lineales. Para los análisis de *N. narica* se tomaron en cuenta todas las estaciones por estar separadas cada 500 m y para *P. concolor*, *P. tajacu* y *O. virginianus* las estaciones separadas cada 1000 m.

Las cámaras fueron programadas para permanecer activas durante las 24 horas del día y para que al ser activado el sensor tomara una foto de 12 megapíxeles y un video de 20 segundos de duración con un intervalo de 30 segundos entre cada evento de detección, así mismo, se registró la fecha y la hora de captura en cada evento (Farías *et al.*, 2015).

Los registros en las cámaras trampa se almacenaron en memorias micro SD de 8 GB de capacidad y fueron revisadas cada 5 a 8 semanas para la compilación del material fotográfico, abastecerlas de baterías nuevas y

realizar el cambio de memoria (Farías *et al.*, 2015).

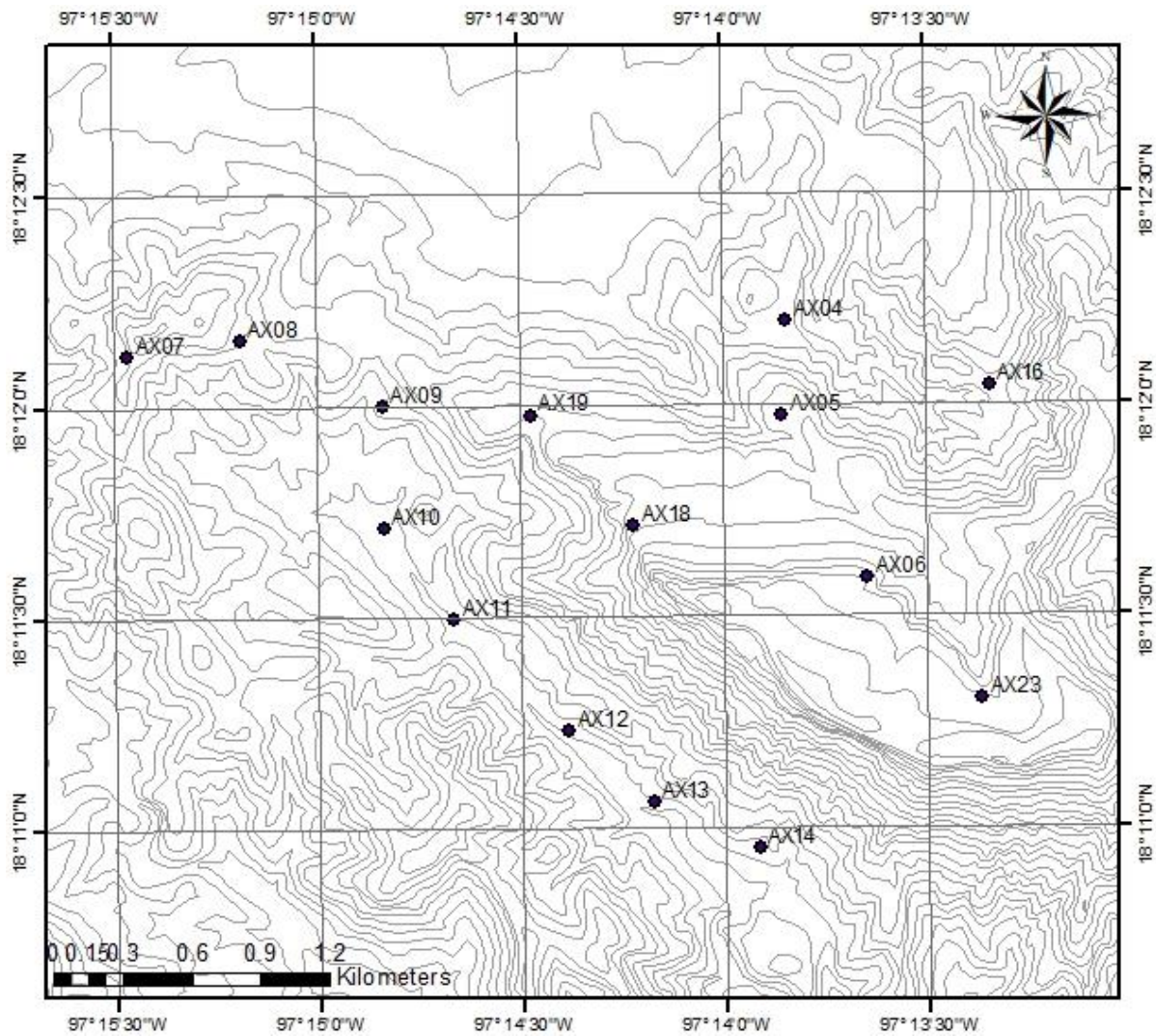


Figura 7. Ubicación de las cámaras trampa en el Cerro Tepetroja dentro del territorio ejidal de San José Auxuco dentro de los límites de la reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla.

Esfuerzo de muestreo

El esfuerzo de muestreo se calculó sumando el número total de días de muestreo que funcionó cada estación (Lira-Torres y Briones-Salas, 2012). El total fue la suma de los días-trampa de cada trampa-cámara, es decir, el número de días que cada una permaneció funcionando o, en los casos en que se descompuso o se terminaron las baterías, hasta la fecha de la última exposición. La unidad de medida de esfuerzo de muestreo fueron los días-trampa.

Monitorización

Para el monitoreo de los pumas jóvenes se analizaron los datos del 20 de abril del 2013 al 30 de abril del 2016. Se utilizaron los registros fotográficos donde se observó la presencia de una hembra embarazada, la presencia de dos cachorros y la hembra y el crecimiento que los cachorros de puma presentaron hasta ser adultos jóvenes de dos años de edad, siguiendo la cronología, y observando los cambios físicos que éstos presentaban a lo largo del tiempo.

Abundancia relativa

Para estimar la abundancia relativa de las presas de *P. concolor* se utilizaron los datos del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016. Para obtener los índices de abundancia relativa (IAR) se utilizó la fórmula probada por otras autoridades (Maffei *et al.*, 2002; O' Brien *et al.*, 2003 Sanderson, 2004; Jenks *et al.*, 2011; Lira-Torres y Briones-Salas, 2012; Monroy-Vilchis y Soria-Díaz, 2013) basadas en Linhart y Knowlton (1975), con base en el número de registros fotográficos independientes adquiridos por cada



100 días-trampa y se consideró el esfuerzo de muestreo de 100 días-trampa como una unidad de estandarización (Monroy-Vilchis *et al.*, 2009)

$$IAR = \frac{C}{EM} \times 100$$

Dónde:

C= Capturas o eventos fotografiados.

EM= Esfuerzo de muestreo (No. de cámaras * días de monitoreo) Estacional o Total.

100 días-trampa (Unidad estándar).

Para analizar los datos obtenidos de las fotografías se consideraron solo los eventos independientes para evitar sobreestimaciones: (a) fotografías consecutivas y no consecutivas de individuos de la misma especie que pudieron ser diferenciados y separadas por 24 horas y (b) fotografías consecutivas y no consecutivas de la misma especie separadas por 24 horas; éste criterio fue aplicado cuando no quedó claro si una serie de fotografías correspondió al mismo individuo, de modo que las fotografías tomadas dentro de un periodo de 24 horas se consideraron como un solo registro (Medellín *et al.*, 2006, Lira-Torres y Briones-Salas, 2012, Monroy-Vilchis *et al.*, 2009).

Los IAR mensuales se analizaron con un ANOVA de tres factores comparando la especie, los años y los meses. Finalmente, para establecer si existían diferencias significativas entre las variables se realizó la prueba de Holm-Sidak con el programa SigmaPlot v.12.0 (Systat Software 2011, U.S.).



VI. RESULTADOS

Registros de *Puma concolor* y sus presas

Con un esfuerzo de muestreo de 7,816 días-trampa medido por el número de días que cada cámara permaneció activa en el caso del *P. concolor*, *O. virginianus* y *P. tajacu* y 27,573 días-trampa para *N. narica*; se lograron obtener 887 registros de presencia de mamíferos, de los cuales 462 correspondieron al venado cola blanca (*O. virginianus*), 299 registros al pecarí de collar (*P. tajacu*), 68 registros al coatí (*N. narica*) y 58 registros al puma (*P. concolor*; Cuadro 1).

Cuadro 1. Número de fotografías por año para el puma (*Puma concolor*) y sus presas, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y coatí (*Nasua narica*), del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016 en el ejido de San José Auxco, Puebla, México.

Especie	2013-2014	2014-2015	2015-2016	Total
<i>P. concolor</i>	8	32	18	58
<i>O. virginianus</i>	156	134	172	462
<i>P. tajacu</i>	44	118	137	299
<i>N. narica</i>	25	28	15	68
Total	233	312	342	887

Monitorización de pumas

Se registró una hembra de *P. concolor* embarazada el 20 de abril de 2013 a las 01:23 h en la estación AX14. Dos meses después, el 20 de junio de 2013 a las 16:48 h (AX13) se observó a la misma hembra acompañada de dos cachorros de puma con manchas oscuras en su pelaje (Figura 8); a partir de esto se estimó que los cachorros tenían aproximadamente de 4 a 5 semanas de edad y que éstos habían nacido en el mes de mayo (Currier, 1983; Thüngen, 1987). El siguiente registro correspondió al 8 de octubre de 2013 a las 08:51 h (AX06) en donde la hembra y sus cachorros se acercaron a un pequeño cuerpo de agua para beber (Figura 9) y se observó que las manchas de su pelaje estaban casi desvanecidas, pero aun distinguibles. El tamaño corporal de los cachorros fue muy similar al de la madre, por lo que se estimó que tenían entre 4 y 5 meses de edad (Currier, 1983; Thüngen, 1987). El 17 de enero de 2014 a las 11:28 h (AX06) se registró a la madre seguida de uno de los cachorros con las manchas desvanecidas, para este entonces, se estimó que tenían entre 7 y 8 meses de edad (Currier, 1983; Thüngen, 1987). El siguiente registro correspondió al 21 de febrero de 2014 a las 07:26 h (AX12) cuando se volvió a observar a la hembra y a uno de sus cachorros (Figura 10) y se estimó su edad en 8 a 9 meses. El 27 de octubre de 2014 a las 06:24 h (AX18) se observó a uno de los cachorros realizando un llamado y con ojos dorados (Figura 11), en éste entonces, tenían de 16 a 17 meses. En noviembre de 2014, se registró a la madre el día 23 a las 14:41 h (AX09; Figura 12), el día 26 a las 11:19 h (AX18) a uno de los cachorros (figura 13) y el día 29 a las 14:50 h (AX09) se volvió a registrar al mismo cachorro (Figura 14) que tendría de 18 a 19 meses. El 7 de diciembre de 2014 a las 08:23 h (AX06) se reconoció la presencia de 3 pumas, probablemente se trató de la madre con sus dos crías. El 17 de diciembre de 2014 a las 20:09 h (AX20) se registró la presencia de dos



pumas jóvenes, probablemente las crías y al día siguiente el 10 de diciembre de 2014 a las 08:12 h (AX00) se pudo observar que uno de los cachorros estaba bebiendo agua y que más tarde regresó al lugar a las 22:08 h. El 19 de diciembre de 2014 a las 06:06 h (AX06) se observaron dos pumas jóvenes, posiblemente las dos crías de entre 19 y 20 meses. El 04 de enero de 2015 a las 12:07 h (AX05) se observó a uno de los jóvenes, posteriormente el 21 de enero de 2015 a las 17:32 h (AX20) se detectaron ambos pumas jóvenes (Figura 15) y más tarde a las 17:46 h (AX18) se les volvió a observar (Figura 16) y se estimó que tenían entre 20 y 21 meses de edad. El último registro analizado correspondió al 5 de febrero de 2015 a las 17:49 h (AX09, Figura 17) donde se observó a una de las crías y se estimó que tendría entre 21 y 22 meses de edad.



Figura 8. Hembra adulta de *Puma concolor* acompañada de dos cachorros con motas oscuras en la piel.





Figura 9. Hembra bebiendo agua con sus dos cachorros con las motas casi desvanecidas. La madre va al frente, uno de los cachorros la sigue y el segundo cachorro está encubierto por la vegetación del lado izquierdo. La imagen fue tomada de un video de 20 s.



Figura 10. Hembra adulta (izquierda) seguida de un cachorro (derecha) de 8 a 9 meses de edad. Las imágenes fueron tomadas de un video de 20 s.

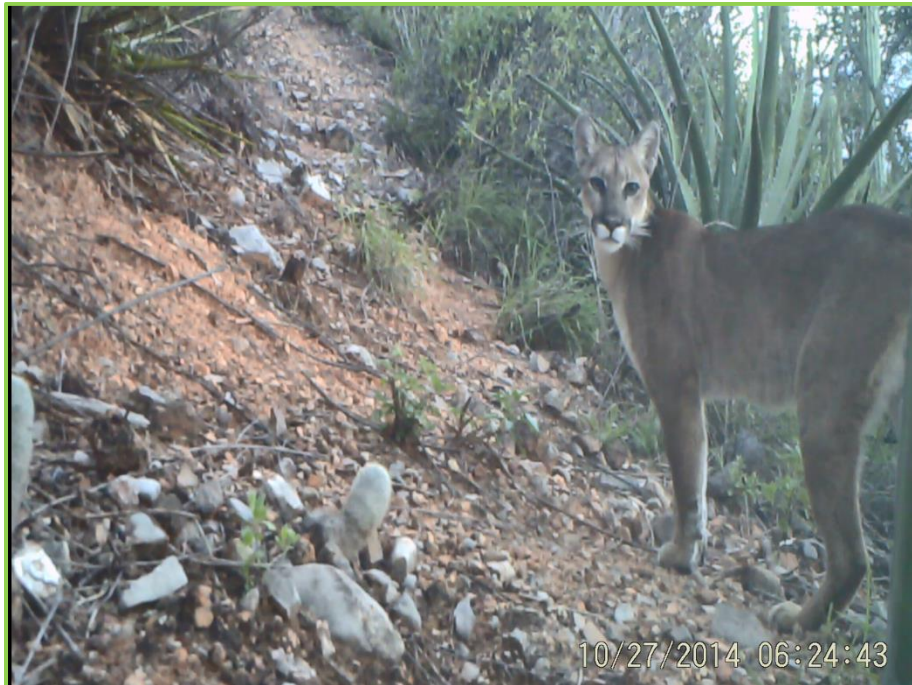


Figura 11. Puma joven con ojos dorados de 16 a 17 meses de edad. Se identificó el sexo del individuo como hembra en un video de 20 s seguido de la foto.



Figura 12. Hembra adulta de *Puma concolor*. Se observa el color dorado de sus ojos.





Figura 13. Puma joven de 18 a 19 meses de edad. Se identificó el sexo del individuo como hembra en un video de 20 s seguido de la foto.



Figura 14. Puma joven de 18 a 19 meses de edad. Se identificó el sexo del individuo como hembra.





Figura 15. Dos pumas jóvenes, uno de ellos está olfateando cámara. Se estimó su edad en 20 a 21 meses.



Figura 16. Pumas jóvenes caminando por vereda, de 20 a 21 meses de edad. Se identificó el a uno como de ellos como macho por la presencia de testículos.





Figura 17. Puma joven de 21 a 22 meses de edad.

Abundancia relativa

Los promedios de los IAR totales para cada especie fueron IAR = 0.59 para *O. virginianus*, 0.38 para *P. tajacu*, 0.02 para *N. narica* y 0.07 para *P. concolor*. El promedio de los IAR mensuales de todas las especies se pueden observar en la Figura 18 y el promedio de los IAR del puma con cada especie de presa se pueden observar en las Figuras 19, 20 y 21.

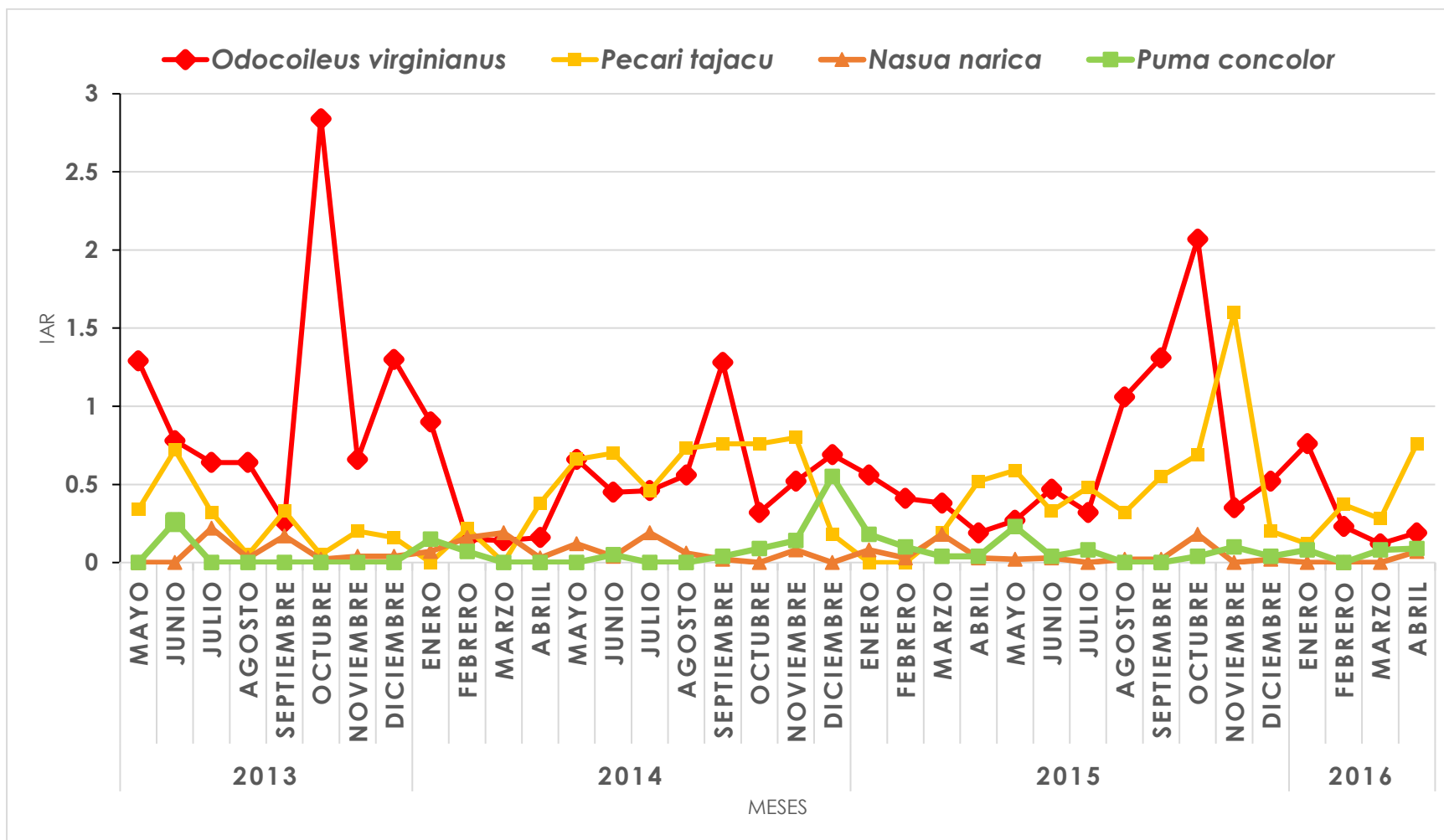


Figura 18. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (*Puma concolor*) y sus presas, venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), pecarí de collar (*Pecari tajacu*) y coatí (*Nasua narica*) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.

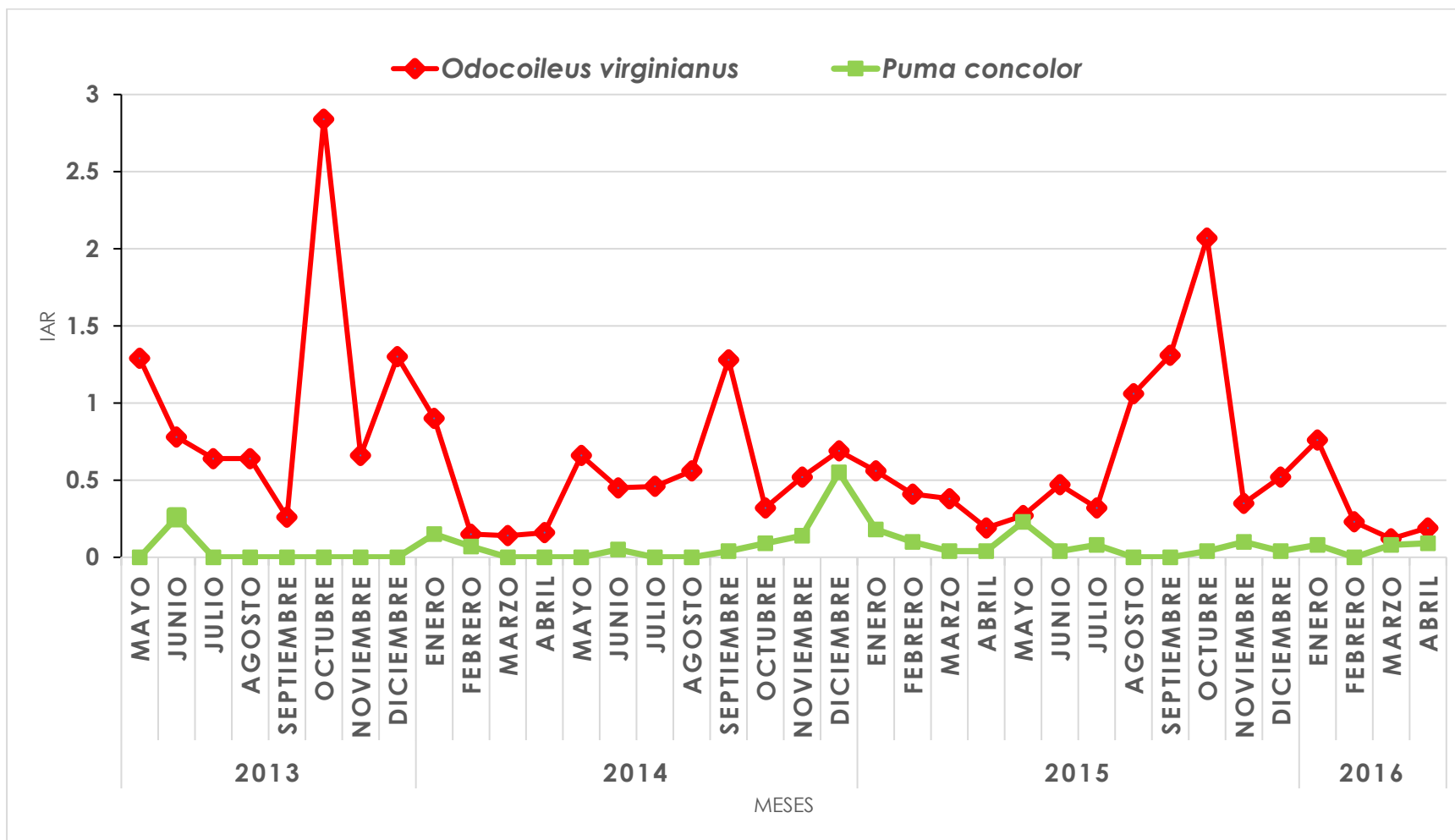


Figura 19. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (*Puma concolor*) y el venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.

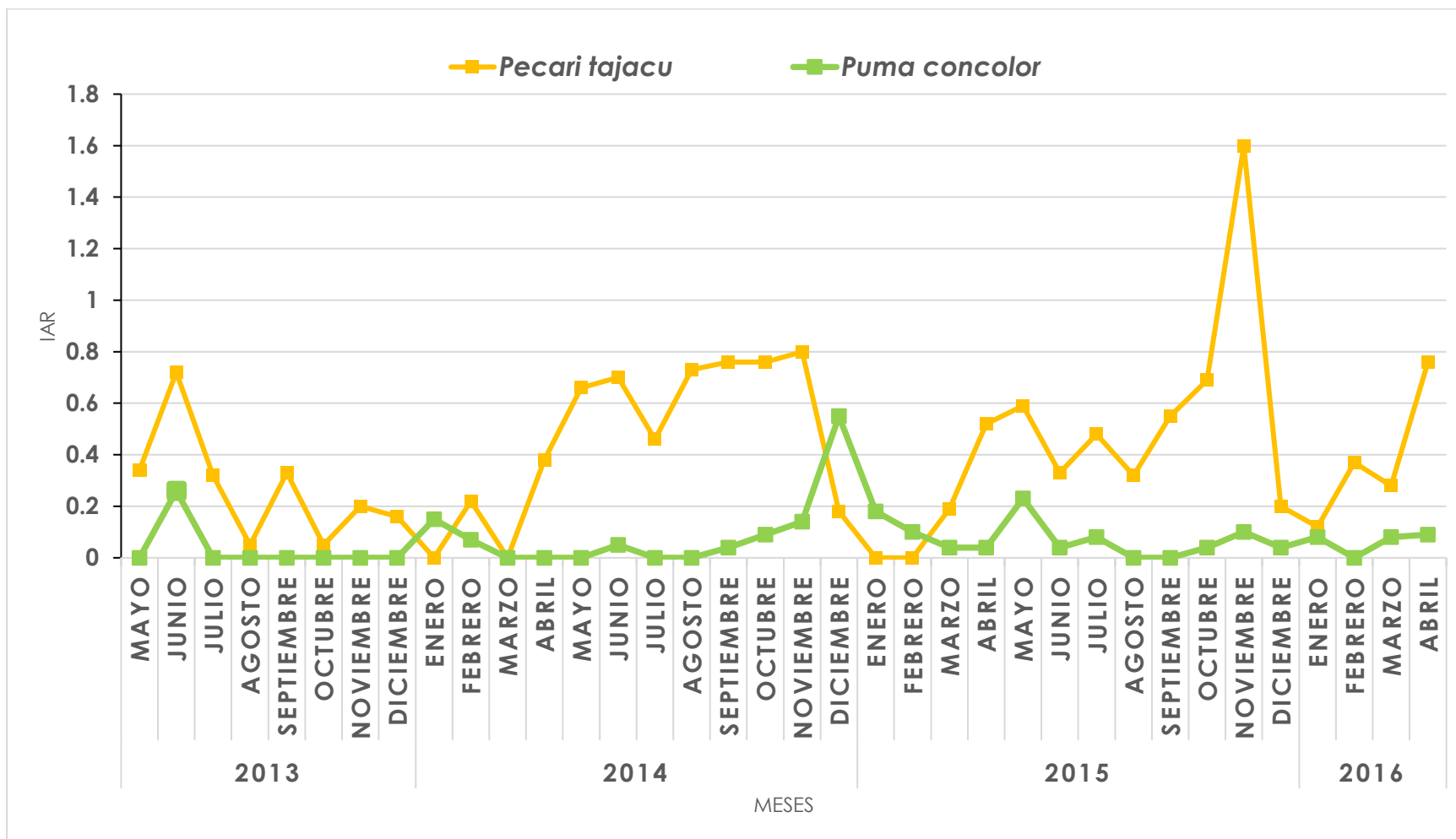


Figura 20. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (*Puma concolor*) y el pecarí de collar (*Pecari tajacu*) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.

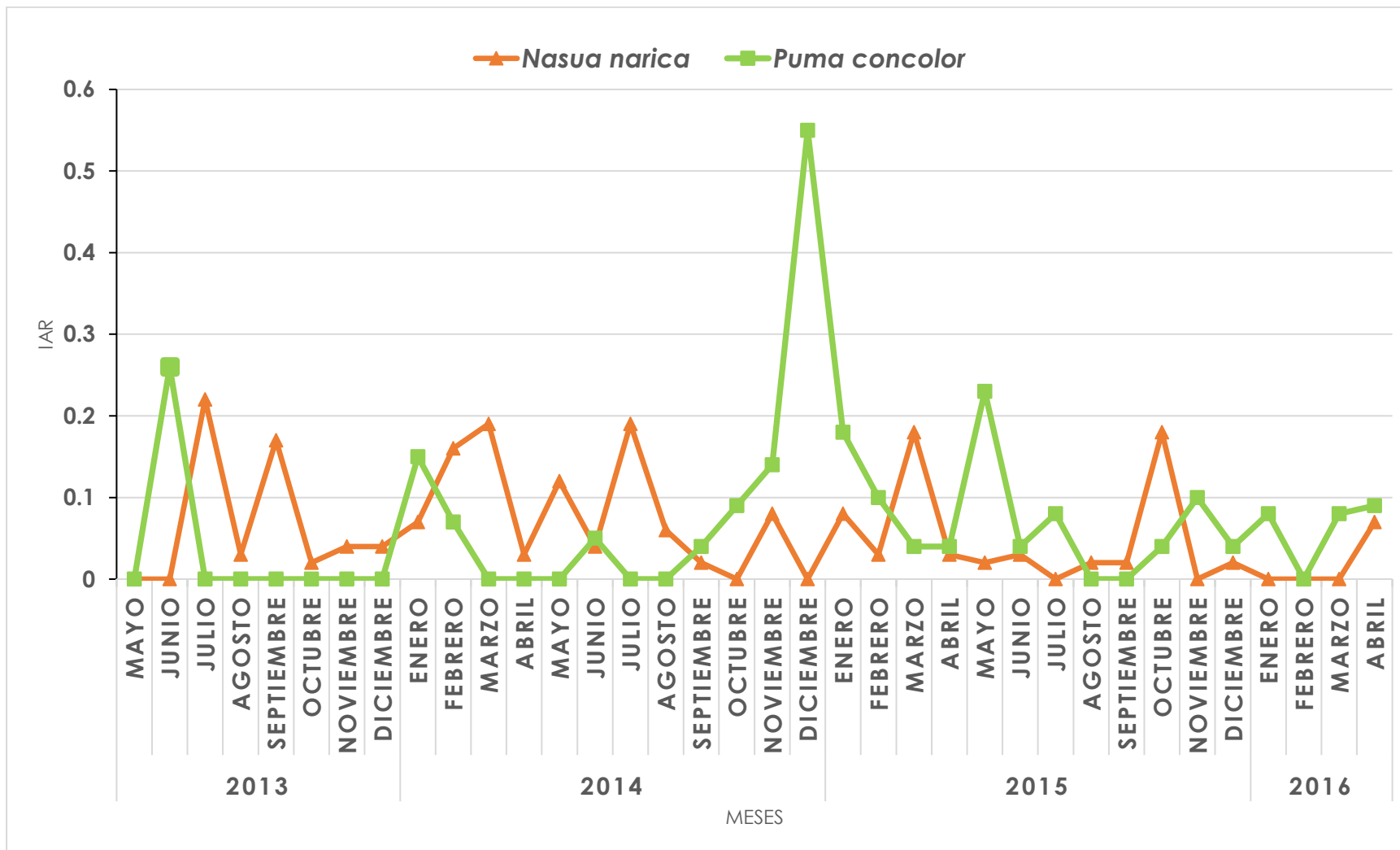


Figura 21. Comparación de los índices de abundancia relativa mensuales para el puma (*Puma concolor*) y coatí (*Nasua narica*) en el ejido de San José Axuxco, Puebla, México del 1 de mayo del 2013 al 30 de abril del 2016.

Tras realizar el ANOVA de tres factores (Zar, 2010) se determinó que existió una diferencia estadísticamente significativa entre los IAR de las presas del puma con una $F_{2,2} = 31.436$ $P = <0.001$ (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados del ANOVA de tres factores: especie, año y mes, en la abundancia relativa de las presas del puma (*Puma concolor*) en el ejido de San José Axuxco, Puebla.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Especie	2	6.629	3.315	31.436	<0.001
Año	2	0.022	0.011	0.106	0.899
Mes	11	2.709	0.246	2.336	0.023
Residual	44	4.639	0.105		
Total	107	21.835	0.204		

La prueba de Holm-Sidak (Zar, 2010) encontró que esta diferencia se daba entre la comparación de los tres grupos de presas (Cuadro 3). Igualmente, se estableció que una diferencia estadísticamente significativa entre los meses de octubre vs. febrero y de octubre vs. marzo (Cuadro 4).

Cuadro 3. Comparación de los IAR mensuales de las tres presas del puma con la prueba de Holm-Sidak. *O. virginianus* = venado cola blanca, *P. tajacu* = pecarí de collar y *N. narica* = coatí.

Comparación	Diferencia de medias	P
<i>O. virginianus</i> vs. <i>N. narica</i>	0.604	<0.001
<i>P. tajacu</i> vs. <i>N. narica</i>	0.352	<0.001
<i>O. virginianus</i> vs. <i>P. tajacu</i>	0.252	0.002



Cuadro 4. Comparación de los IAR mensuales de las presas con la prueba de Holm-Sidak.

Comparación	Diferencia de medias	P
octubre vs. febrero	0.606	0.018
octubre vs. marzo	0.596	0.022

VII. DISCUSIÓN

Registros de *Puma concolor* y sus presas

Se lograron obtener los registros de la hembra de *P. concolor* con sus dos cachorros en El Ejido de San José Axuxco para determinar la edad de los cachorros a lo largo de su crecimiento, así como de la abundancia relativa del puma y sus presas.

La técnica de fototrampeo ha demostrado ser adecuada para la realización de éste tipo de estudios, Wilson *et al.* (1996) y Karanth *et al.* (2004a) mencionan que muchas especies son difíciles de observar debido a sus patrones de conducta, bajas densidades y carácter elusivo entre otras razones y de acuerdo con Karanth (1995); Karanth y Nichols (1998) y Chávez *et al.* (2013) es una de las mejores técnicas que existen actualmente para estudiar a los grandes felinos ya que no es invasiva y permite detectar especies difíciles de observar y con amplios ámbitos hogareños, igualmente Lynam (2002), Karanth y Nichols (2002), Karanth *et al.* (2004a), Silver (2004), Kays y Slauson (2008) señalan que esta técnica además nos permite ampliar nuestras observaciones de las especies el

tiempo y en el espacio sin interferir en su conducta generando información muy valiosa sobre su biología y ecología.

Monitorización de Pumas

Con los primeros registros en donde se observó a la hembra embarazada (abril 2013) y con el registro del 20 de junio del 2013 (Figura 8) se pudo estimar que la edad de los cachorros era de entre 4 a 5 semanas de edad; ésto se logró tomando en cuenta sus características físicas visibles como las manchas oscuras en su pelaje y la coloración de sus orejas lo cual se comparó con lo reportado con Currier (1983) y Thüngen (1987) quienes mencionan que estas marcas permanecen en los cachorros hasta los 3 o 4 meses de edad.

A partir de ésto, también se estimó que el nacimiento de los dos cachorros fue durante el mes de mayo, lo que concuerda con la literatura pues Johnson *et al.* (in press) encontraron que la mayoría de los nacimientos en América del Sur ocurrieron entre los meses de febrero y junio. Tirira (2005) reportó que en Ecuador los nacimientos se dan durante los meses más húmedos y calurosos del año (de enero a mayo de acuerdo con CLIMATE DATA.ORG). En Norte América se tiene reportado que el pico más alto para el parto de las hembras de puma se da entre los meses de mayo a octubre (CMGWG, 2005). Logan *et al.* (1996) mencionan que los nacimientos ocurrieron durante la temporada más calurosa (entre los meses de mayo y septiembre de acuerdo con CLIMATE DATA. ORG) en las Montañas de San Andrés, Nuevo México, E.U.A.

Posteriormente, se pudo observar a los cachorros con su madre en un cuerpo de agua el 8 de octubre de 2013 (Figura 9) y de acuerdo con Currier (1983) y Thüngen (1987) al comparar su tamaño corporal y las manchas apenas visibles en su pelaje se estimó que tenían entre 4 y 5 meses de edad pues señalan que las manchas permanecen hasta esa



edad aproximadamente. Así mismo, según lo reportado por Payán y Soto (2012) en este tiempo es cuando los cachorros son destetados y comienzan a comer carne por lo que se infiere que durante este mes los cachorros comenzaron a consumir más recursos y la madre incrementó sus necesidades energéticas puesto que ahora cazaba también para alimentar a sus crías de acuerdo con Ackerman *et al.* (1986) y Beier *et al.* (1995).

Posteriormente se continuó estimando la edad de los cachorros siguiendo la cronología hasta el último registro obtenido el día 5 de febrero del 2015 en donde se estimó que los cachorros tenían entre 21 y 22 meses, edad en la que probablemente ya se encontraban separados de su madre puesto que en los últimos registros a partir del 26 de noviembre del 2014 (Figura 13) se pudieron observar a los cachorros juntos y según Hornocker (1970), Seidensticker *et al.* (1973), Ceballos y Galindo (1984), Saggese (1999) y Payán y Soto (2012) se tiene reportado que las crías permanecen con su madre hasta aproximadamente entre los 18 y 24 meses.

Abundancia relativa

Los promedios de los IAR anuales indicaron que *O. virginianus* (0.59) fue la especie más abundante en el área de estudio, abundancia que puede estar relacionada con la disponibilidad de recursos que hay en la zona como se ha visto en otros estudios realizados dentro de la RBTC. Cruz-Jarcome *et al.* (2015) encontraron que el venado fue una de las especies más abundantes en 4 localidades de la RBTC y que probablemente se debió a la disponibilidad de recursos alimenticios y de refugio. Ramos-Robles *et al.* (2013) mencionan que esta especie se encuentra asociada positivamente con la presencia de cuerpos de agua cercanos. Yañez-Arenas *et al.* (2013) con un enfoque de modelado de nicho ecológico

mostraron que se podrían esperar mayores densidades de venados en sitios con topografía irregular y actividades humanas más bajas.

La siguiente especie más abundante en nuestra área de estudio fue *P. tajacu* (0.38) y pudo deberse a que este herbívoro presenta una gran capacidad de adaptación a diferentes tipos de ambientes o hábitats, lo cual ya había sido reportado por Olguín-Monroy *et al.* (2008). El pecarí y el venado ya habían sido registradas anteriormente para la RBTC por Briones-Salas (2000), Briones-Salas y Sánchez-Cordero (2004) y Botello *et al.* (2006) y atribuyen esta abundancia con lo anteriormente dicho.

Al comparar los promedios de los IAR de *P. concolor* con cada una de sus presas (Figuras 19 y 20) se pudo observar al aumentar los IAR de *P. concolor* y cuando los cachorros comienzan a consumir carne disminuyó la abundancia de los venados. Cuando los pumas tenían dos años de edad la abundancia de los venados disminuyó. Los IAR de *P. tajacu* disminuyeron cuando el IAR de los pumas aumentaba. Al parecer el pecarí está más expuesta a los ataques de los pumas por lo que posiblemente ésta especie evade al depredador. También se observó que cuándo los pumas tenían dos años, el IAR del pecarí disminuyó. El venado y el pecarí constituyen un componente importante de la dieta del puma en México (Núñez *et al.*, 2000; Luna y López, 2005; Botello, 2006; De la Torre y De la Riva, 2009; Rosas-Rosas *et al.*, 2008; Monroy-Vilchis *et al.*, 2009). Al observar la comparación de los promedios de los IAR mensuales de *P. concolor* con los IAR de *N. narica* (Figura 21) se vió que el coatí fue la más afectada en nuestra área de estudio puesto que la abundancia relativa del coatí disminuyó a mayor abundancia relativa del puma y viceversa; así mismo, los IAR de los coatís disminuyeron cuando los pumas tenían uno y dos años de edad, lo que pudo atribuirse a que el coatí de acuerdo con lo que Luna y López (2005), Botello (2006), Monroy-Vilchis *et al.* (2009), Gómez-Ortiz y Monroy-Vilchis (2013) reportaron, es también una de las presas mayormente cazadas por

el puma y al ser una especie con hábitos arborícolas le es más complicado esconderse de los pumas, ya que en la zona de estudio abundan las cactáceas y hay pocos árboles de más de 3 m, así que probablemente por ésta razón los coatis evitaron encuentros con el puma.

Por otra parte, en los promedios de IAR mensuales de las presas se encontró que existieron diferencias estadísticamente significativas entre los meses octubre vs. febrero y octubre vs. marzo (Cuadro 4). Éstas diferencias se pueden atribuir a los periodos reproductivos que presentan *O. virginianus*, *P. tajacu* y *N. narica*.

Se sabe que los nacimientos del venado cola blanca se dan entre los meses de mayo y junio y que entre los 28 y 35 días de edad los cervatillos comienzan a consumir alimentos duros (Siegmund, 1981; Roa, 1986). Así mismo, se ha reportado que los nacimientos de los pecaríes de collar ocurren durante la temporada de lluvia entre los meses de junio y agosto y en la zona árida de México y que las crías entre los 60 y 90 días comienzan a consumir alimentos duros (Villarreal, 1984; Leopold, 2000). Para el coatí se ha reportado que los nacimientos ocurren entre los meses de julio y septiembre y que las madres con crías se reintegran a los grupos sociales luego de 60 a 90 días después de que nacieron sus crías (Leopold, 1965; Kaufmann, 1962; Palomo, 1987).

En los registros fotográficos se pudo observar que las tres especies de presas y sus crías se acercaron a comer el fruto de *Cyrtocarpa procera*, que es una especie de árbol frutal conocido en la región como chupandía, cuyo fruto es carnosos y pubescente de cáscara color amarilla y su pulpa es agrídulce, también de color amarilla y contiene un hueso ovalado de color café (Rzedowski, 1978). Las flores comienzan a brotar entre abril y mayo, posteriormente se producen los frutos que maduran entre agosto y septiembre (CONABIO, 2009); sin embargo, se observó que en San José Axuxco los frutos pueden madurar desde agosto hasta

octubre. Es posible que por esta razón los IAR se encontraron más elevados durante estos tres meses en comparación con los otros meses del año pues se obtuvieron más registros de las especies de presas ya que se acercaban a consumir este fruto.

VIII. CONCLUSIONES

- La fecha de nacimiento de los dos pumas jóvenes fue durante el mes de mayo.
- La edad de los cachorros fue de 4 a 5 semanas en el registro obtenido el 20 de junio del 2013 por la presencia de las manchas oscuras en su pelaje.
- Los IAR del venado cola blanca, pecarí de collar y coatí de nariz blanca disminuyeron cuando los IAR del puma aumentaron.
- Los IAR del venado cola blanca, pecarí de collar y coatí de nariz blanca disminuyeron cuando los pumas jóvenes alcanzaron la edad en la que comienzan a comer carne.
- Los IAR de pecarí de collar y coatí de nariz blanca disminuyeron cuando los pumas jóvenes alcanzaron la edad a la que se separan de la madre.



IX. LITERATURA CITADA

- Ackerman, B. B.; Lindzey, F. G. y Hemker, T. P. 1986. Predictive energetics model for cougars. Pp. 333-352, in *Cats of the world: biology, conservation and management* (S. D. Miller and D. D. Everett, eds.). National Wildlife Federation, Washington, D.C., 501 p
- Anderson, A. E. 1983. A critical review of literature on puma (*Felis concolor*). In: Anderson, A. Colorado Division Wildlife Special Report. Colorado Division of Wildlife. EUA. 54:1-91
- Almazán-Catalán, J. A., Sánchez-Hernández, C., Ruíz-Gutiérrez, F., Romero-Almaraz, M.de L., Taboada-Salgado, A., Beltrán-Sánchez, E. y Sánchez-Vázquez, L. 2013. Registros adicionales de felinos del estado de Guerrero, México. *Revista mexicana de biodiversidad*, 84(1), 347-359
- Aranda, M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México. Pp. 212.
- Aranda, M. y Sánchez-Cordero, V. 1996. Prey Spectra of Jaguar (*Panthera onca*) and Puma (*Puma concolor*) in Tropical Forests of Mexico. *Studies on Neotropical Fauna and Environment*. 31:2. 65-67
- Ashman, D.; Christensen, G. C.; Hess, M. L.; Tsukamoto, G. K. y Wickersham, M. S. 1983. The mountain lion in Nevada. Nevada Game and Fish Department, Federal Aid in Wildlife Restoration Project W-14-15, Final Report.
- Ávila-Nájera, D. M.; Palomares, F.; Chávez, C.; Tigar, B.; Mendoza, G. D. 2018. Jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) diets in Quintana Roo, Mexico. *Animal Biodiversity and Conservation*, 41.2: 257-266
- Beck, T., Becham, J., Beier, P., Hofstra, T., Hornocker, M., Lindzey, F.,



- Logan K., Pierce, B., Quigley, H., Ross, I., Shaw H., Sparrowe, R., y Torres, S. 2005. Guía de manejo del puma. Grupo de trabajo de manejo del puma. Wild Futures-Instituto de Ecología, A. C. Opal Creek Press. Washington, EE. UU.
- Beier, P, D. Choate y Barrett, R. H.1995. Movement patterns of mountain lions during different behaviors. Journal of Mammalogy, 76:1056- 1070.
- Berruecos P. , J., y Farías G., V. 2015. Riqueza de mamíferos medianos y grandes del ejido de San José Axusco, Puebla. Tesis de Licenciatura. FES Iztacala. UNAM. 39 pp.
- Botello, F.J.L. 2006. Distribución, actividad y hábitos alimentarios de carnívoros en la Reserva de la Biósfera de Tehuacán-Cuicatlán, Oaxaca. Tesis de maestría. Posgrado en ciencias biológicas. Instituto de Biología
- Briones-Salas, M. 2000. Lista anotada de los mamíferos de la región de La Cañada, en el valle de Tehuacán- Cuicatlán, Oaxaca, México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 81:83-103.
- Carbone, C., Christie, S., Conforti, K., Coulson, T., Franklin, N., Ginsberg, J. R., Griffiths, M., Holden, J., Kawanishi, K., Kinnaird, M., Laidlaw, R., Lynam, A., Macdonald, D. W., Martyr, D., McDougal, C., Nath, L., O'Brien, T., Seidensticker, J., Smith, D. J. L. , Sunquist, M., Tilson, R., y Shahrudin, W. 2001. The use of photographic rates to estimate densities of tigers and other cryptic mammals. Anim Cons 4: 75-79.
- Cassaigne, I.; Medellín, R. A.; Thompson, R. W.; Culver, M.; Ochoa, A.; Vargas, K.; Childs, J. L.; Sanderson, J.; List, R. Y Torres-Gómez, A. 2016. Diet of pumas (*Puma concolor*) in Sonora, Mexico, as determined by GPS kill sites and molecular identified scat, with comments on jaguar (*Panthera onca*) diet. The Southwestern Naturalist 61 (2), 125-132.

- Chávez, C. 2006. *Puma concolor*. Pp.364-367, en: Los mamíferos silvestres de México. (Ceballos G. y G. Oliva, eds.) Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Fondo de Cultura Económica. México.
- Chávez, C., De la Torre, H., Bárcenas, R.A., Medellín, H., Zarza y G. Ceballos. 2013. Manual de fototrampeo para estudio de fauna silvestre. El jaguar en México como estudio de caso. Alianza WWF-Telcel, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Ceballos, G. y Galindo, C. 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. México DF. Ed Limusa. Pp.248-250.
- Ceballos, G., List, R. Medellín, R. Bonacic, C., Pacheco, J. 2010. Los felinos de América. Cazadores sorprendentes. México D.F. Telmex.
- Cougar Management Guidelines Working Group. 2005. Cougar management guidelines. First edition. WildFutures, Bainbridge Island, Washington, USA.
- Crawshaw, P. G., Jr. y Quigley, H. B. 1989. Notes of ocelot movement and activity in the Pantanal region, Brazil. *Biotropica* 21:377-379.
- Crooks, K.R., Burdett, D.M., Theobald, Rondini, C. y Boitani, L. 2011 Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*. 366: 2642-2651.
- Currier, M. J. P. 1983. *Felis concolor*. *Mammalian Species*, 200, 1-7.
- De la Torre, J.A. y De la Riva, G. 2009. Food habits of pumas (*Puma concolor*) in a semiarid region of Central Mexico. *Mast. Neo*. 16: 211-216.
- Díaz-Pulido, A. y Payán, E. 2012. Manual de fototrampeo: una herramienta de investigación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia. 32 pp.

- Di Bitetti, M., Paviolo, A. y De Angelo, C. 2006. Density, habitat use and activity patterns of ocelots (*Leopardus pardalis*) in the Atlantic Forest of Misiones, Argentina. *J. Zool.* 270: 153-163.
- Dillon, A. y Kelly, M.J. 2007. Ocelot *Leopardus pardalis* in Belize: the impact of trap spacing and distance moved on density estimates. *Oryx* 41:469-477.
- Dillon, A. y Kelly, M.J. 2008. Ocelot home range, overlap and density: comparing radiotelemetry with camera trapping. *J. Zool.* 275: 391-398.
- Eaton, R.L. y Verlander, K.A. 1977. Reproduction in the puma: biology, behavior and ontogeny. Pp. 45-70, in *The world's cats* (R.L. Eaton, ed.), Vol 3 No.3 Carnivore Research Inst, Burke Museum, Univ. Washington, Seattle 144 pp.
- Eisenberg J. F. (1986). Life history strategy of the Felidae: variations on a common theme 293-303.
- Eisenberg J. F. 1989. *Mammals of the Neotropics: The Northern Neotropics*. Panama, Colombia, Venezuela, Guyana, Suriname, French Guiana, Chicago, Illinois, United States 449 pp.
- Elbroch, L.m y Wittmer, K.U. 2012. Puma spatial ecology in open habitats with aggregate prey. *Mammalian Biology* 77:377-384.
- Emmons, L. H. y F. Feer. 1997. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. The University of Chicago Press. Chicago. 307 pp.
- Gómez-Ortiz, Y. y Monroy-Vilchis, O. Feeding ecology of puma *Puma concolor* in Mexican montane forests with comments about jaguar *Panthera Onca*. 2013. *Wildlife Biology*. 19 (2), 179-187.
- Google, INEGI. 2019. Mapa de San José Miahuatlán, Puebla. Recuperado el 3 de Marzo, 2019 de <https://www.google.com/maps/place/San+Jos%C3%A9+Miahuatl%C3%A1n,+Pue./@18.2523764,97.3412269,26136m/data=!3m1!1e3!4m5!3>



m4!1s0x85c5c77994e69111:0x5d45c581aieff379!8m2!3d18.2902132!4
d-97.2893926?hl=es-ES

- Hadly, E. A. y Maurer, B. A. 2001. Spatial and temporal patterns of species diversity in montane mammal communities of western north america. *Evolutionary Ecology Research* 3: 477-486.
- Hall, E.R. 1981. *The Mammals of North America*. Volúmen I. John Wiley and Sons. New York. EUA
- Hemker, T.P., Lindzey, F.G. y Ackerman, B.B. 1984. Population characteristics and movement patterns of cougars in southern Utah, *Journal of Wildlife Management* 48: 1275-1284.
- Henschel, P. y J.C. Ray. 2003. *Leopards in Africa rainforests: survey and monitoring techniques*. Unpublished report No. 54. New York: Wildlife Conservation Society.
- Hernández-SaintMartín A. D.; Rosas-Rosas, O. C.; Palacio-Núñez, J.; Tarango-Arambula, L. A.; Clemente-Sánchez, F. y Hoogesteijn, A. L. 2015. Food Habits of Jaguar and Puma in a Protected Area and Adjacent Fragmented Landscape of Northeastern Mexico. *Natural Areas Journal*. 35 (2), 308-31
- Hornocker, M.G. 1970. An Analysis of Mountain Lion Predation upon Mule Deer and Elk in the Idaho Primitive Area. *Wildlife Monogr.* 21: 3-39.
- Hornocker, M. G. y S. Negri. 2009. *Cougar: ecology and conservation*. University of Chicago Press. Chicago. 306 pp.
- Hunter, L. & P. Barrett. 2011. *Carnivores of the world*. Princeton University Press. New Jersey. 240 pp
- INAFED. 2010. *Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México*. San José Miahuatlán. México. SEGOB Secretaría de Gobernación. Recuperado de: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM21puebla/municipios/21129a.html>.



- INEGI. 2010. Compendio de información geográfica municipal. San José Miahuatlán, Puebla. 10 pp.
- Iriarte, J. A., Franklin, W. L., Johnson, W. E., y Redford, K. H. 1990. Biogeographic variation of food habits and body size of the America puma. *Oecologia*, 85(2), 185-190.
- IUCN (1996) IUCN Red List of Threatened Animals Gland, Switzerland
- Jackson, R.M., Roe, J.D., Wangchuk, R. y Hunter, D.O. 2005. Surveying snow leopard populations with emphasis on camera trapping: a handbook. The Snow Leopard Conservancy, Sonoma, California
- Karanth, K.U. 1995. Estimating tiger (*Panthera tigris*) populations from camera-trap data using capture-recapture models. *Biological Conservation*, 71:333-338.
- Karanth, K.U. y Nichols, J.D. 1998. Estimation of tiger densities in India using photographic captures and recaptures. *Ecology* 79:2852-2862.
- Karanth, K.U. y J.D. Nichols. 2002. Monitoring tigers and their prey, a manual for researchers, managers and conservationist in tropical Asia. Centre for Wildlife Studies, Bangalore, India.
- Karanth, K.U., Nichols J.D. y Kumar, N.S. 2004a. Photographic sampling of elusive mammals in tropical forest. Pp 229-247
- Karanth, K.U., Chundawat, R.S., Nichols, J.D. y Kumar, N.S. 2004b. Estimation of tiger densities in the tropical dry forests of Panna, Central India, using photographic capture-recapture sampling. *Anim. Conserv.* 7: 285-290.
- Kays, R.W. y Slauson, K.M. 2008. Remote Cameras. Pp. 110-140.
- Kelly, M.J. 2008. Design, evaluate, refine: camera trap studies for elusive species. *Animal Conservation* 11:182-184.
- Kelly, M.J., Noss, A.J., Di Bitetti, M.S., Maffei, L., Arispe, R.L., Paviolo, A., De Angelo, C.D. y Di Blanco, Y. E. 2008. Estimating puma densities from camera trapping across three study sites: Bolivia, Argentina and Belize. *Journal of Mammalogy* 89:408-418.



- Knight, J. E. 1994. MOUNTAIN LIONS (*Felis concolor*). University of Nebraska- Lincoln. Extension Wildlife Specialist, Animal and Range Sciences, Montana State University Bozeman.
- Konecny, M. J. 1989. Movement patterns and food habits of four sympatric carnivore species in Belize, Central America. In Advances in neotropical mammalogy, K. H. Redford y J. F. Eisenberg. Sandhill Crane Press, Gainesville. p. 243-264.
- Krausman, P. 2002. Introduction to wildlife management. Prentice Hall, Nueva Jersey, EEUU.
- Krebs, C. J. 2000. Ecología: Estudio de la distribución y la abundancia. Oxford University Press México, 786 pp.
- Lindzey, F.G., Van Sickle W.D., y Laing, S.P. 1992. Cougar population response to manipulation in southern Utah. Wildlife Society Bulletin 20:224-227.
- Logan, K. A., Swenar, L. L., Ruth, T. K. y Hornocker, M. G. 1996. Cougars of the San Andres Mountains, New Mexico. New Mexico Department of Game and Fish Federal Aid in Wildlife Restoration Project W-128-R. Final Report. 280 pp.
- Logan, K. y Swenar, L. 2001. Desert Puma Evolutionary Ecology and Conservation of an Enduring Carnivore. Island Press. Washington. EE. UU.
- Long, R. A., MacKay, P., Zielinski, W. y Ray, J. 2008. Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press, Washington, 385 pp.
- Lynam, A. 2002. Métodos de trabajo de campo para definir y proteger poblaciones de gatos grandes: los tigres indochinos como un estudio de caso. Pp. 62
- Luna, S.H., Lopez, G. C. A. 2005. Abundance and food habits of cougars and bobcats in the Sierra San Luis, Sonora, Mexico. In: Gottfried, Gerald J.; Gebow, Brooke S.; Eskew, Lane G.; Edminster, Carleton B., comps. Connecting mountain islands and desert seas:



biodiversity and management of the Madrean Archipelago II. Proc. RMRS-P-36. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station: 416-420.

- Maffei, L., Cuellar E. y Noss, J. 2002. Uso de trampas cámara para la evaluación de mamíferos en el ecotono Chaco-Chiquitanía. Rev. Bol. Ecol. 11: 55-65.
- Maffei, L., Cuellar, E. y Noss, A. 2004. One thousand jaguars (*Panthera onca*) in Bolivia's Chaco? Camera trapping in the Kaa-Iya National Park. J. Zool. 262:295-304.
- Maffei, L. y Noss, A.J. 2008. How small is too small? camera trap survey areas and density estimates for ocelots in the Bolivian Chaco. Biotropica 40: 71-75.
- Monroy-Vilchis, O., C. Rodríguez-Soto. M. Zarco-González y V. Urios. 2009. Cougar and jaguar habitat use and activity patterns in Central Mexico. Anim. Biol. 59: 145-157.
- Monroy-Vilchis, O., Gómez, Y. y Urios, V. 2009^a. Food niche of Puma concolor in Central Mexico. Wildlife Biology. 15:97-105.
- Monroy V.O, Soria D.L. 2013. *Ecología del Puma concolor en la Sierra de Nanchititla*. Toluca de Lerdo, México. Universidad Autónoma del Estado de México. 109-127
- Nichols, J. D. y Conroy, M. J. 1996. Techniques for estimating abundance and species richness. pp.177-230. En: Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran y R. Foster (Eds.). Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for mammals, Smithsonian Institution Press, USA.
- Noss, R.F., Quigley, H.B., Hornocker, M.G., Merrill, T. y Paquet, P.C. 1996. Conservation Biology and Carnivore Conservation in the Rocky Mountains. Conserv.Biol. 10: 949-963.
- Nowak R. M. 1999. Walker's mammals of the World Baltimore, Maryland, United States.

- Núñez, R., Miller, B., y Lindzey, F. 2000. Food habits of jaguars and pumas in Jalisco, Mexico. *Jour, Of Zoo.* 252(3), 373.
- Núñez, R., Miller, B. y Lindzey, F. 2002. Ecología del jaguar en la reserva de la biosfera Chamela-Cuixmala, Jalisco, México. In *El jaguar en el nuevo milenio*, R. A. Medellín, C. Equihua, C. L. B. Chetkiewicz, P. G. Crawshaw Jr., A. Rabinowitz, K. H. Redford, J. G. Robinson, E. W. Sanderson y A. B. Taber (eds.). Universidad Nacional Autónoma de México, Wildlife Conservation Society y Fondo de Cultura Económica, México, D. F. p. 107-126.
- O'Brien, T., Kinnaird, M. y Wibisono, H. 2003. Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical landscape. *Anim. Conserv.* 6:131-139
- O'Brien, T.G. 2008. On the use of automated cameras to estimate species richness for large-and medium-sized rainforest mammals. *Animal Conservation* 11:179-181
- O'Connell, A. F., Nichols, J. D. y Karanth, K. U. 2011. *Camera traps in animal ecology: Methods and analyses.* Springer, London, 271 pp.
- Ostfeld, R.S. y Holt, R.D. 2004. Are predators good for your health? Evaluating evidence for top-down regulation of zoonotic disease reservoirs. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2: 13-20.
- Payán, E. 2004. *Diagnóstico, análisis y propuestas de manejo para el conflicto de predación entre carnívoros y los sistemas productivos de la región Andina con énfasis en el eje cafetero de Colombia.* Instituto Alexander von Humboldt, Bogotá Colombia
- Payan, E.; Mesa, M.P.Q.; FRANCO, A.M. 2007. Los felinos como especies focales y de alto valor cultural. Serie especies colombianas 7. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt
- Payán, G. E. y Soto V. C. 2012. *Los Felinos de Colombia.* Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Instituto de Investigaciones de

Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Panthera Colombia.
48 pp.

- Pocock, R. I. 1917. On the external characters of the Felidae. *Journal of Nat. Hist.*, 19(109), 113-136.
- Rabb, G.B. 1959. Reproductive and vocal behavior in captive pumas. *J. Mamm.* 40: 616-617.
- Ramos-Robles, M. I, S. Gallina, y S. Mandujano. 2013. Habitat and human factors associated with white-tailed deer density in the tropical dry forest of Tehuacán-Cuicatlán Biosphere Reserve, Mexico. *Tropical Conservation Science* 6:70-86.
- Riley, S. J. 1998. *Integration of environmental, biological, and human dimensions for management of mountain lions (Puma concolor) in Montana*. Ithaca, New York, USA: Cornell University.
- Rovero, F. y Marshall, A. 2009. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *J. Appl. Ecol.* 46: 1011-1017.
- Robinette, W.J., Gashwiler, J.S., Morris, O.W. 1961. Notes on cougar productivity and life history. *L. Mgmt.* 23:261-273
- Rosas-Rosas, O., Bender, L. y Valdez, R. 2008. Jaguar and Puma Predation on Cattle Calves in Northeastern Sonora, Mexico. *Rangeland Ecology & Management*, 61(5), 554-560.
- Ross, P.I., y Jalkotzy, M.G. 1992. Characteristics of a hunted population of cougars in southwestern Alberta. *Journal of Wildlife Management* 56:41-426.
- Rowcliffe, J.M. y Carbone, C. 2008. Surveys using camera traps: are we looking to brighter future? *Animal Conservation* 11:185-186.
- Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. México, D.F.: Limusa.
- SEMARNAT. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión,



exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección. México.

- Saggese, M. D. 1999. Felinos autóctonos: conservación y atención veterinaria: Felinos silvestres de la Argentina. Asociación Argentina de la Medicina Felina.
- Salom-Pérez, R., E. Carrillo y J.C. Saenz. 2007. Critical condition of the jaguar (*Panthera onca*) population in Corcovado National Park, Costa Rica. *Oryx* 41:51-56
- Seidensticker, J.C. Hornocker, M.G., Wiles, W.V. y Messick J.P. 1973 Mountain lion social organization in the Idaho Primitive Area. *Wildl. Monog.* 35:1-60
- Silver, S. 2004. Estimando la abundancia de jaguares mediante trampas-cámara. Wildlife Conservation Society, Nueva York.
- SEMARNAT, 2013. Programa de Manejo Reserva de la Biósfera Tehuacán- Cuicatlán. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Ciudad de Mézico, México.
- SEMARNAT. 2018. Oaxaca y Puebla comparten la Reserva de la Biósfera Tehuacán-Cuicatlán. México. SEMARNAT. Recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/es/articulos/reserva-de-la-biosfera-tehuacan-cuicatlan-158943?idiom=es>
- Silver, S., Ostro, L.E. T., Marsh, L.K., Maffei, L., Noss, A.J., Kelly, M.J. y Wallace, R.B., Gómez, H. y Ayala, G. 2004. The use of camera traps for estimating jaguar *Panthera onca* abundance and density using capture/recapture analysis. *Oryx* 38:148-154.
- Silveira, L., Jacomo, A.T.A. y Diniz-Filho, J.A.F. 2003. Camera Trap, line transect census and track surveys: a comparative evaluation. *Biological Conservation* 114:351-355.
- Soisalo, M.K. y Cavalcanti. S.M.C. 2006. Estimating the density of a jaguar population in the Brazilian Pantanal using camera-traps and



capture–recapture sampling in combination with GPS radio-telemetry. *Biol. Conserv.* 129: 487-496.

- Sutherland, W. 1996. *Ecological Census Techniques*. Cambridge University, Cambridge, Gran Bretaña.
- Sweanor, L.L., Ruth, T.K. , y Hornocker, M.G. 1996. *Cougars of the San Andres Mountains. Final Report, Federal Aid in Wildlife Restoration Project W-128-R, New Mexico Game and Fish, Santa Fe.*
- Terborgh, J. 1988. The big things that run the world—a sequel to EO Wilson. *Cons. Biol.*, 2(4), 402-403
- Terborgh, J., López, L., Nuñez, P., Rao, M., Shahabuddin, G., Orihuela, M., Riveros, M., Ascanio, R., Adler, G.H., Lambert, T.D., y Balbas, L. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. *Science* 294: 1923-1926.
- Thüngen, J. 1987. El Puma. *Prod. Anim.* 2(11):20-23. Tomado el 16 de noviembre del 2018. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/fauna/Fauna_Argentina_general/03-el_puma.pdf
- Tirira, D. G. 2008. *Mamíferos de los bosques húmedos del noroccidente de Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco y Proyecto PRIMENET. Publicación especial sobre los mamíferos del Ecuador 7. Quito. 352 pp.
- Tobler, M. W., Carrillo-Percastegui, S. E., Leite-Pitman, R., Mares, R. y Powell, G. 2008. An evaluation of camera traps for inventorying large- and mediumsized terrestrial rainforest mammals. *Animal Conservation* 11:169-178.
- Trolle, M. y Kéry, M. 2001. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera-trapping data. *Journal of Mammalogy* 84:607-614.
- Trolle, M. y Kéry, M. 2003. Estimation of ocelot density in the Pantanal using capture-recapture analysis of camera- trapping data. *J. Mammal.* 84: 607-614.



- Valiente-Banuet, A., Casas, A., Alcántara, A., Dávila, P., Flores-Hernández, N., Arizmendi, M. C., et al. 2000. La vegetación del valle de Tehuacán-Cuicatlán. Boletín de la Sociedad Botánica de México, 67, 27–74.
- Valiente B. L. 1991. Patrones de precipitación en el Valle semiárido de Tehuacán, Puebla, México, Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 65 p.
- Van Dyke, F.G., Brocke R.H. Shaw, H.G., Ackerman B.B., Hemker, T.P. y Lindzey F.G. 1986. Reactions of mountain lions to logging and human activity. J. Wildl. Manage. 50(1): 95-102
- Volf, J. 1972. Exigences alimentaires et dentition des jeunes de trois especes de felides. Mammalia, 36:683-686.
- Walker, S., Novaro, A. y Nichols, J. 2000. Consideraciones para la estimación de abundancia de poblaciones de mamíferos. Mastozool. Neotrop. 7: 73-80.
- Wallace, R.B., Painter, R.L.E. y Saldania, A. 2002. An observation of bush dog (*Speothos venaticus*) hunting behaviour. Mammalia 66:309-311.
- Wallace, R.B., Gomez, H., Ayala, G. y Espinoza F. 2003. Camera trapping for jaguar (*Panthera onca*) in the Tuichi Valley, Bolivia. Mastozool. Neotrop. 10:133-139.
- Wilson, D., R. Cole, J. Nichols, R. Rudran y M. Foster. 1996. Measuring and monitoring biological diversity, standard methods for mammals. Smithsonian Institution Press. Washington y Londres
- Yáñez-Arenas, C. A., Martínez-Meyer, E., Mandujano, S., and Rojas-Soto, O. 2012. Estimating population density of the white-tailed deer in central Mexico via ecological niche modeling. Oikos 121: 2081-2089
- Yara-Ortiz D. C.; Galindo-Espinosa E. Y.; Gutiérrez-Díaz, K. A.; Reinoso, G.; Bejarano-Delgado, M. y García-Melo, J. E. 2009. Plan de Manejo

Regional para la Conservación del puma o león de montaña (*Puma concolor*) en el departamento del Tolima. Ibagué, Diciembre de 2009.

- Yasuda, M. 2004. Monitoring diversity and abundance of mammals with camera traps: a case study on Mount Tsukuba, central Japan. *Mammal Study*. 29: 37-46.
- Young, S.P. y Goldman, E.A. 1946. The puma mysterious American cat. The Amer. Wildl. Inst., Washington, D.C., 358 pp.

